

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ  
Katedra oděvnictví



Študijní program: B3107 Bakalársky študijný program

Študijný obor: Technologie a řízení oděvní výroby

Vliv mechanických vlastností rezných tkanin na jejich deformační chování

Effect mechanical properties of grey fabrics on them deformation  
behaviour

Katarína KOČIŠOVÁ

KOD – 230

Vedúci bakalárskej práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.

**Rozsah práce a príloh:**

Počet strán:	49
Počet obrázkov:	11
Počet tabuliek:	20
Počet grafov:	12
Počet príloh:	4



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
Technická univerzita v Liberci  
Fakulta textilní  
Katedra oděvnictví

V Liberci, 17.12. 2007

Žiadosť o predĺženie termínu odovzdania bakalárskej práce.

Žiadam o predĺženie termínu odovzdania bakalárskej práce do 4.1. 2008.

Ďakujem za vykonanie žiadosti.

Katarína Kočišová

V Liberci, 17.12. 2007

doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

## **Anotácia**

Cieľom bakalárskej práce teoretickej a experimentálnej časti bolo analyzovať vplyv väzby a dostavy textílií a ich mechanických vlastností na deformačné chovanie textílií, a to porovnávaním príslušných mechanických charakteristík.

Príslušné mechanické charakteristiky rezných tkanín boli namerané pomocou KES – FB systému a výsledky jednotlivých mechanických vlastností vyhodnotené štatistickými vzorcami.

V záverečnej časti tejto práce boli zhodnotené výsledky porovnávania mechanických vlastností daných textílií.

## **Kľúčové slová**

tkanina, dostava, väzba, deformácia, splývavosť, mechanické vlastnosti, KES-F systém

## **Annotation**

Mission of theoretical and experimental element of my baccalaureate labor was analyze weave and sley of textiles and them mechanical properties at deformation behaviour of textiles. They were comparison appropriate mechanical characteristics.

Appropriate mechanical characteristics of the unbleached fabric were measure out by KES – FB system and results of individual mechanical properties were interpretation by statistical schemes.

In finishing section of this labor were valorization of comparison mechanical properties of given textiles.

## **Key words**

fabrics, sley, weave, deformation, drape, mechanical properties, KES – F system

## Prehlásenie

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracovala som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som v práci neporušila autorské práva (v zmysle zákona č. 121/2000 Zb. o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

Súhlasím s umiestnením bakalárskej práce v Univerzitnej knižnici TUL.

Bola som oboznámená s tým, že na moju bakalársku prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Zb. o práve autorskom, hlavne § 60 (školské dielo).

Beriem na vedomie, že TUL má právo na uzavretie licenčnej zmluvy o použití mojej bakalárskej práce a prehlasujem, že **s ú h l a s í m** s prípadným použitím mojej bakalárskej práce (predaj, zapožičanie apod.).

Som si vedomá toho, že použiť moju bakalársku prácu či poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem iba so súhlasom TUL, ktorá má právo odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, vynaložených univerzitou na vytvorenie diela (až do ich skutočnej výšky).

V Liberci, 4.1. 2008

.....

Podpis

### **Pod'akovanie**

Týmto by som sa chcela poďakovať Ing. Viere Glombíkovej, Ph.D., vedúcej mojej bakalárskej práce za jej trpezlivosť, ochotu, cenné rady a pripomienky, ktorými prispela k jej vytvoreniu.

V neposlednom rade sa chcem poďakovať aj mojím najbližším, rodine, priateľom a všetkým tým, ktorí pri mne v čase vytvárania tejto práce ochotne stáli a podporovali ma.

**OBSAH**

<b>OBSAH .....</b>	<b>7</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV .....</b>	<b>8</b>
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2. TKANINA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Väzba tkaniny .....	12
2.2 Dostava tkaniny .....	13
2.3 Deformačné vlastnosti textílie.....	13
<b>3. ANIZOTROPIA TEXTÍLIÍ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Anizotropia mechanických vlastností tkanín .....	15
<b>4. MECHANICKÉ VLASTNOSTI.....</b>	<b>16</b>
4.1 Pevnosť v ťahu a ťažnosť .....	17
4.2 Analýza vplyvu šmykových vlastností na textíliu .....	19
4.3 Analýza vplyvu ohybových vlastností na textíliu .....	20
<b>5. KES – F systém (Kawabata´s Evaluation System for Fabric).....</b>	<b>20</b>
5.1 KES – FB 1 .....	21
5.2 KES – FB 2 .....	24
5.3 KES – FB 3 .....	26
5.4 KES – FB 4 .....	27
<b>6. FAST systém (The Fabric Assurance by Simple Testing).....</b>	<b>29</b>
6.1 Usporiadanie FAST systému .....	30
6.2 Porovnávanie dvoch meracích systémov .....	31
<b>7. EXPERIMENT .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1 Vplyv zmeny dostavy na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti .....</b>	<b>33</b>
7.1.1 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti v smere útku .....	33
7.1.2 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové, ohybové vlastnosti v smere osnovy .....	33
7.1.3 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové, ohybové vlastnosti z priemeru v smere osnovy a útku .....	34
<b>7.2 Vplyv zmeny väzby na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti .....</b>	<b>36</b>
7.2.1 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere útku .....	36
7.2.2 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere osnovy .....	38
7.2.3 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere osnovy a útku (priemer) .....	39
7.2.4 Analýza vzťahu koeficientu splyvavosti DC s vlastnosťami v útku, v osnove a z priemeru .....	40
<b>8. ZÁVER.....</b>	<b>46</b>
<b>9. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>47</b>
<b>Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov .....</b>	<b>48</b>
<b>Zoznam obrázkov .....</b>	<b>48</b>
<b>Zoznam tabuliek .....</b>	<b>48</b>
<b>Zoznam grafov .....</b>	<b>49</b>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV**

atď.	a tak ďalej
B	ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]
B	ohybová tuhosť [μN.m]
C	ohybová dĺžka [mm]
cm	centimeter
D	dostava
DC	koeficient splývavosti [%]
degree	šmykový uhol [°]
E	ťažnosť plošnej textílie [%]
EMT	ťahová deformácia [%] (relatívne predĺženie pri max. ťahovej sile)
E5	ťahová deformácia pri 5N/m [%]
E20	ťahová deformácia pri 20N/m [%]
E100	ťahová deformácia pri 100N/m [%]
EB5	ťahová deformácia v diagonálnom smere [%]
F	tvarovateľnosť [%mm <sup>2</sup> ]
F	ťahová sila [N/m]
FAST systém	The Fabric Assurance by Simple Testing
FAST-1	tlak
FAST-2	ohyb
FAST-3	ťažnosť
FAST-4	rozmerová stabilita
G	šmyková tuhosť [N/m.degree]
G	šmyková pružnosť [N/m]
2HB	hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
2HG	hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]
2HG5	hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
K	krivosť [cm <sup>-1</sup> ]
KES-F systém	Kawabata's Evaluation System for Fabric
KOSHI	zložka primárneho omaku
L	dráha pohybu snímačov [cm]
LC	kompresná linearita [-]



LT	ťahová linearita [-]
$l$	meraná dĺžka ( $l_o$ , $l_u$ )
$l$	konečná dĺžka po natiahnutí [mm]
$l_o$	počiatočná (pôvodná) dĺžka vzorky [mm]
m	meter
mm	milimeter
M	moment v ohybe [N.m/m]
MIU	stredná hodnota koeficientu trenia [-]
MMD	stredná odchýlka koeficientu trenia [-]
$n$	počet nití ( $n_o$ , $n_u$ )
P	tlak pôsobiaci na plošnú textíliu [N/m <sup>2</sup> ]
PP	polypropylén
RC	kompresná pružnosť [%] (elastické zotavenie)
RC	vlhkostná rozťažnosť [%]
RS	relaxačné zrážanie [%]
RT	ťahová pružnosť [%]
resp.	respektívne
$S_A$	stupeň anizotropie
SMD	stredná odchýlka geometrickej drsnosti [ $\mu$ m]
ST	povrchová hrúbka [mm]
STR	zotavenie povrchovej hrúbky [mm]
T	hrúbka plošnej textílie [m]
$T_0$	hrúbka [mm]
$T_0$	hrúbka plošnej textílie pri $P = 0$ N/m <sup>2</sup>
$T_m$	hrúbka plošnej textílie pri $P_m$
T2	hrúbka pri 2gf/cm <sup>2</sup> [mm]
T100	hrúbka pri 100gf/cm <sup>2</sup> [mm]
$V_{max}$	maximálna hodnota meranej vlastnosti v závislosti na smere
$V_{min}$	minimálna hodnota meranej vlastnosti v závislosti na smere
WC	kompresná práca [N.m/m <sup>2</sup> ]
WC'	energia zotavenia daná tlakom [N.m/m <sup>2</sup> ]
WT	ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]
WT'	energia zotavenia [N.m/m <sup>2</sup> ]
$\varepsilon$	relatívna deformácia [mm]

$\mu$	koeficient trenia
$\Delta l$	absolútna deformácia [mm]

## 1. ÚVOD

Cieľom mojej bakalárskej práce bolo vysvetliť a popísať na základe získaných poznatkov vplyv štruktúrnych parametrov rezných textílií a ich mechanických vlastností na deformačné chovanie jednotlivých textílií, ktorý bol spôsobený vlastnou tiažou materiálu. Po následnom zistení jednotlivých vzťahov medzi danými vlastnosťami rezných textílií a štrukturálnymi vzťahmi boli analyzované vplyvy zmeny dostavy a väzby na ich ťahové, šmykové a ohybové charakteristiky a zároveň analyzované vzájomné vzťahy medzi týmito charakteristikami.

V teoretickej časti tejto práce bola venovaná pozornosť vlastnostiam, ktoré súviseli s ťahovými, šmykovými a ohybovými vlastnosťami textílií. Následne sa sústredilo na porovnávanie ťahových, šmykových a ohybových vlastností rezných textílií v smere dostavy a podľa väzby.

V experimentálnej časti tejto práce boli hodnotené merania daných vzoriek materiálov za pomoci meracieho systému KES – F Systém a merania splývavosti pomocou systému obrazovej analýzy (za pomoci programu Lucia a 3D drape scanneru). Na základe výsledkov meraní boli vyhodnotené vplyvy dostavy a väzby na ťahové, šmykové a ohybové charakteristiky.

V práci bol poznamenaný aj merací systém FAST Systém, podľa ktorého sa môžu merať dané charakteristiky textílií.

## 2. TKANINA

Tkanina je plošná textília vytvorená spravidla z dvoch vzájomne kolmých sústav nití, osnovy a útku, navzájom previazaných väzbou tkaniny, [1].

Medzi základné prvky štruktúry tkanín patria nite a sily vzájomného pôsobenia, vo väčšine prípadov trecie sily. Vytváraním tkanín vznikajú v ich štruktúre ďalšie základné prvky, a to sú väzbové body a taktiež ďalšie základné prvky, nazývané striedy. Tie sú určené väzbou tkaniny. Medzi základné štrukturálne charakteristiky tkanín patria aj dĺžkové hustoty osnovných a útkových nití (dostavy), [2].

Vlastnosti tvaru tkaniny:

- väzba tkaniny (je dôležitá pre konštrukciu textílie a pre identifikáciu jednotlivých typov tkanín. Dodáva tkanine určité vlastnosti (pevnosť, tuhosť, splývavosť, drsnosť, vzhľad a omak tkaniny), [1].
- dostava tkaniny

### 2.1 Väzba tkaniny

Väzba tkaniny je spôsob vzájomného previazania (prekríženia) osnovných a útkových nití. Prekríženie osnovných nití s útkovými sa nazýva väzbový bod. Poznáme dva spôsoby vzájomnej polohy osnovy a útku vo väzbovom bode:

- osnovný väzbový bod, ak je osnovná niť nad útkovou niťou
- útkový väzbový bod, ak je útková niť nad osnovnou niťou

Medzi základné väzby tkanín zaradujeme väzbu plátnovú, keprovú, atlasovú. Existuje rada ďalších odvodených väzieb.

Väzba **plátnová** – je najjednoduchšia a v celku najpevnejšia väzba. Ide o najtrvanlivejšiu obojstrannú väzbu, ktorá je najhustejšie previazaná, so striedou väzby, ktorú tvoria dve osnovné nite a dve útkové nite. Charakteristickým znakom je pravidelné striedanie osnovných a útkových väzbových bodov, resp. skupín osnovných a útkových väzbových bodov.

Väzba **keprová** – väzba, ktorá je buď osnovná alebo útková, vyznačuje sa šikmým uhlopriečnym (diagonálnym) riadkovaním ľavého alebo pravého smeru. Ľavý smer

riadkovania sa značí S a pravý smer riadkovania sa značí Z. Najmenšiu striedu väzby tvoria tri osnovné alebo tri útkové nite.

Väzba **atlasová** – väzba osnovná alebo útková, vyznačujúca sa leskom spôsobeným väzbou a nevýrazným šikmym riadkovaním. Väzbové body sú pravidelne rozsadene, vzájomne sa nedotýkajú a zostavujú sa podľa postupného čísla. Najmenšia strieda väzby je 5x5, [1].

## 2.2 Dostava tkaniny

U tkanín udávame okrem špecifikovania väzby a väzbových techník aj hustotu previazania – dostava (hustota) tkaniny. Vyjadruje počet osnovných a útkových nití na 100mm. V praxi sa väčšinou stanovuje na 1cm.

Dostava osnovy a útku má podstatný vplyv na splývavosť tkaniny. Pri zvyšovaní dostavy tkaniny po osnove aj po útku dochádza k zvyšovaniu tuhosti v ohybe. To sa prejaví zmenšenou splývavosťou. Ak sa ponechá konštantná dostava osnovy a dostava útku sa bude zvyšovať, ohybová tuhosť tkaniny v smere osnovy sa bude znižovať, ale v smere útku zvyšovať. Z toho vyplýva, že tkanina bude lepšie splývať v smere osnovy a naopak horšie v smere útku, [3].

Dostavu vypočítavame podľa vzťahu:

$$D = \frac{n}{l} * 10^2 \quad [m^{-1}] \quad (3)$$

kde,  $n$  ... počet nití ( $n_o$ ,  $n_u$ )

$l$  ... meraná dĺžka ( $l_o$ ,  $l_u$ )

## 2.3 Deformačné vlastnosti textílie

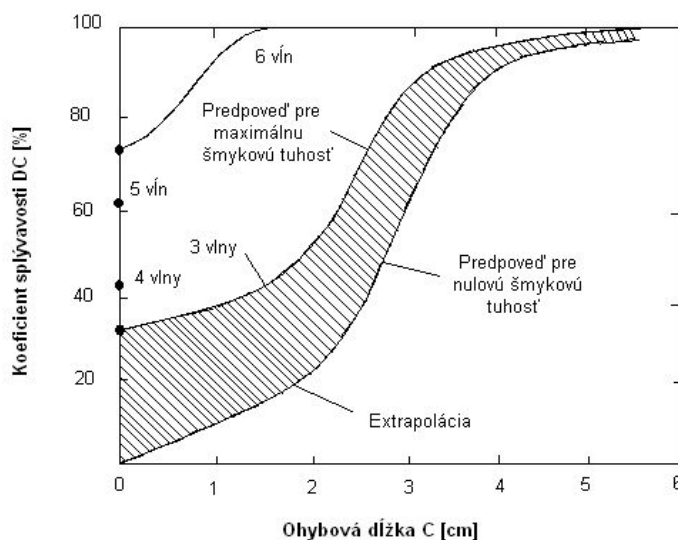
Pod pojmom splývavosť sa rozumie deformácia textílií vplyvom zemskej tiaže za definovaných podmienok určených podľa použitia textílie. Na deformácií pri splývavosti sa podieľa ako ťahová, tak aj šmyková deformácia, [4].

V praxi sú textílie vystavené širokej rade deformácií. Všeobecne sa môže deformácia definovať ako odchýlka od normálneho tvaru, zmeny tvaru, odchýlka od pôvodnej zákonitosti, pretvorenie, [5].

Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú splývavú textíliu sú ohybové a šmykové vlastnosti. Medzi šmykovou a ohybovou deformáciou je silná vzájomná závislosť. Výsledky výskumov niektorých vedcov, ktorí sa zaoberali práve vzťahom medzi šmykovou a ohybovou deformáciou, boli založené na korelácii šmykovej tuhosti a na celkových zmenách mechanických vlastností, pričom zmeny obidvoch deformácií sú pri zmene podmienok prostredia podobné, [6].

Práve ohýbanie textílie je jedným zo spôsobov deformácie vznikajúcej pri splývaní textílie. Vďaka výskytu dvojitého zakrivenia musí dôjsť k nejakému šmyku (zmene uhlu medzi niťami). Na textíliu taktiež pôsobia ťahové a tlakové deformácie, ale vzhľadom k vysokej tuhosti pozdĺž nití sú veľmi malé a môžu byť zanedbané. Toto chovanie je dôležité pre určenie druhu a veľkosti splývavosti.

Pre popis chovania vlastnosti ohybu bola zvolená ohybová dĺžka a sledovalo sa, čo sa stane s koeficientom splývavosti, keď šmyková tuhosť nadobudne extrémne hodnoty. Z teoretických výpočtov bola zostavená teoretická predpoveď závislosti koeficientu splývavosti na ohybovej dĺžke za rozdielnych šmykových tuhostí, ktorá je zobrazená na obr.č.2-1 (vyšrafovaná časť je odhadom rozmedzia hodnôt DC – koeficient splývavosti pre rôzne ohybové dĺžky a pre šmykové tuhosti medzi nulou a nekonečnom), [7].



Obrázok 2-1 Teoretická predpoveď závislosti koeficientu splývavosti na ohybovej dĺžke za rozdielnych šmykových tuhostí

### 3. ANIZOTROPIA TEXTÍLIÍ

Patrí medzi ďalšiu dôležitú štrukturálnu charakteristiku plošných textílií. Anizotropia je smerová závislosť mechanicko – fyzikálnych vlastností, ktorými sa vyznačujú plošné textílie. Hovorí sa o nej v prípade, že sa nejaká fyzikálna vlastnosť materiálu neprejavuje vo všetkých smeroch rovnako. Najčastejšie sa vyjadruje graficky polárnymi diagramami, ktoré poskytujú prehľad o sledovanosti vlastností vo všetkých smeroch. S rastúcou anizotropiou sa diagram viac či menej pretáhuje v určitom smere. Zo štrukturálneho hľadiska je anizotropia určená orientáciou nití (osnovy a útku) v tkanine.

Je zrejmé, že sa textília chová inak pri zaťažení v smere osnovy, útku a iných smeroch. Anizotropia materiálu sa hodnotí podľa stupňa anizotropie  $S_A$ :

$$S_A = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} \quad (4)$$

kde,  $V_{\max}$  ... maximálna hodnota meranej vlastnosti v závislosti na smere

$V_{\min}$  ... minimálna hodnota meranej vlastnosti v závislosti na smere

Stupeň anizotropie  $S_A$  nadobúda hodnoty od 0 do 1. Materiál, ktorý je dokonale izotropný má stupeň anizotropie rovný 0, pretože minimálne a maximálne hodnoty meranej vlastnosti sú podobné. Ak je  $V_{\min}$  rovné 0, tento materiál je anizotropný. Stupeň anizotropie umožňuje komplexnejší popis anizotropie porovnávanej vlastnosti a lepšie porovnanie rôznych materiálov alebo vlastností medzi sebou. Najväčšiu štruktúrnú anizotropiu má keprová väzba, [8].

#### 3.1 Anizotropia mechanických vlastností tkanín

Jednou z obtiažných situácií v analýze ťahového chovania mechanických vlastností tkanín je rozsah výskytu deformácie v rôznom uhle vzhľadom k smeru osnovy alebo útku.

Napríklad v  $45^\circ$  uhle v smere k osnove a útku sú moduly takmer kompletne určené šmykovým chovaním textílie, ale ak ide o predĺženie v smere osnovy alebo útku, šmykové chovanie na ňom nemá žiadny podiel. Znamená to, že ide o veľkú zmenu

mechanických vlastností textílie súčasne so zmenou smeru. Napríklad, ak v tkanine nastane diagonálne predĺženie, bude sa tu vyskytovať šmyková deformácia a šmykové vlastnosti budú ovplyvňovať ťahové chovanie tkaniny. V takom prípade bude ťahové chovanie tkaniny odlišné ako v prípade predĺženia, ktoré nastane v dvoch hlavných smeroch.

Ohybové chovanie tkanín je charakterizované ohybovou tuhosťou ( $B$ ) a ohybovou hysteréziou ( $2HB$ ). Ohybová tuhosť ( $B$ ) sa definuje ako odpor tkaniny voči ohybu, ktorý vyjadruje prvú deriváciu momentu zakrivenia krivky. Ohybová hysterézia ( $2HB$ ) sa definuje ako energetická strata vo vnútri ohybového cyklu, kedy je tkanina deformovaná a nadobúda pôvodný tvar a označuje rozdiel kriviek ohybových momentov medzi zaťažením a odstránením závažia, kedy je ohybová krivka fixovaná.

Postle a Hu dokázali, že existuje blízky vzťah medzi ohybovou tuhosťou a ohybovou hysteréziou zmeraním krivky ohybovej deformácie tkaniny. Korelačný koeficient medzi ohybovou tuhosťou a ohybovou hysteréziou bol pomerne vysoký, z toho vyplývala ich lineárna závislosť. Mohli sa síce nájsť nejaké rozdiely v riadiacom mechanizme ohybovej tuhosti a ohybovej hysterézie tkaniny, ale na základe zistení sa predpokladalo, že mali podobný mechanizmus, [8].

#### 4. MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Mechanické vlastnosti popisujú schopnosť telies pri pôsobení vonkajších mechanických síl meniť svoj tvar a rozmer, resp. deformovať sa. Deformácia závisí od:

- veľkosti zaťaženia
- rýchlosti namáhania
- dobe trvania

Pôsobením vonkajších síl vzniká v telese napätie, ktoré spôsobuje vznik deformácie odpovedajúcej tomuto napätiu. Ak sú hodnoty vonkajších síl malé, tak malé je aj napätie a deformácia je len pružná. Po prekročení určitej veľkosti vonkajších síl dochádza k trvalej deformácii (plastickej) a materiál aj po odľahčení zostáva zdeformovaný.

Pokiaľ je tkanina namáhaná v smere osnovy (warp) alebo útku (weft), ide o jednoosé namáhanie. V praxi to znamená, že sa jeden rozmer tkaniny pretahuje



a druhý skracuje. Ak je tkanina namáhaná v rôznych smeroch, odlišných od smeru osnovy a útku, ide o šmykové napätie, ktoré spôsobuje skosenie tkaniny, [9].

U odevných textílií sú mechanické vlastnosti svojím významom zaradené takmer na posledné miesto. Je to dané tým, že u odevov sa namáhanie v ťahu, ktoré by viedlo k pretrhu, prakticky nevyskytuje. Uplatňujú sa tu však režimy opakovaného namáhania, pomocou ktorých je možné simulovať skutočné namáhanie odevných textílií a sledovať tak zmeny pevnosti a ťažnosti od nízkych hodnôt deformácie až po skutočné viditeľné porušenie, [10].

#### 4.1 Pevnosť v ťahu a ťažnosť

Pri namáhaní v ťahu sa nazýva odozva materiálu pevnosťou v ťahu. Táto vlastnosť sa skúša na dynamometri (prístroj pre definované namáhanie vzoriek a registráciu sily a deformácie). Inak sa prístroju hovorí aj trhací stroj. Napätie, resp. sila, ktorá je ťahovaním vo vzorke vyvíjaná, je meraná meracím členom. Natiahnutie a jemu zodpovedajúca sila sú vykreslené do grafu závislosti pevnosť – ťažnosť, ktorý je tiež nazývaný ťahovou alebo pracovnou krivkou. Pri ťahovaní vzorky tkaniny dochádza k predĺženiu tzv. deformácií. Absolútna deformácia sa vyjadruje v absolútnych jednotkách ako  $\Delta l$  [mm]. Ak má byť deformácia rôznych materiálov porovnávaná, je nutné ju prepočítať na relatívne jednotky [%], [11].

Pre výpočet deformácie sa používajú vzťahy:

- absolútna deformácia

$$\Delta l = l - l_0 \quad [\text{mm}]$$

kde,  $l$  ... konečná dĺžka po natiahnutí [mm]

$l_0$  ... počiatočná (pôvodná) dĺžka vzorky [mm]

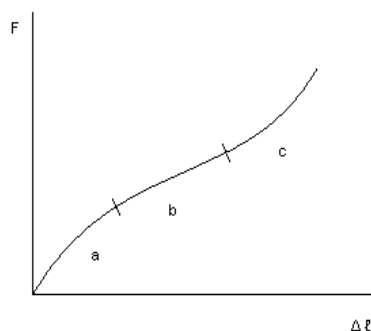
- relatívna deformácia

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%]$$

Relatívna deformácia do pretrhu je ťažnosť [%].

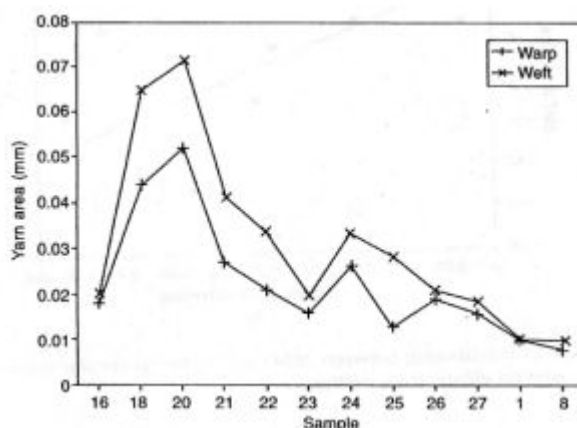
Zariadenie na meranie ťahu v prípade KES systému pracuje na podobnom princípe ako trhací stroj, vzorka sa napína medzi dve čeluste, z ktorých jedna je pevná a druhá pohyblivá. A takisto je znázornená krivka závislosti medzi relatívnym zaťažením a deformáciou.

Ťahová krivka na obr.č.4-1 vyjadruje namáhanie deformáciou a jej patriacou snímanou silou. Má tri charakteristické sekcie, pri ktorých jedna prechádza do druhej a má u rôznych textílií rôzne pomery. Sekcia **a** je výsledkom medzivlákných trecích síl nielen vo väzbových tkaninách, ale aj v nitiach, ktoré sú napriamované a u ktorých sa až v sekcii **b** vyskytuje väčší prírastok predĺženia, pretože nastáva vyrovňovanie ich tvaru daného väzbou (zatkaním, spletením) a v tomto silovom poli sa tomuto stavu prispôbujú nite druhej sústavy. Sekcia **c** predstavuje nástup vlastnej pevnosti nití namáhanej sústavy a to až k jej mezipevnosti v ťahu, [3].



Obrázok 4-1 Ťahová krivka plošnej textílie

Pri zisťovaní pevnosti v ťahu je deformácia určovaná porovnávaním osnovných a útkových ťahových vlastností tkaniny, a to porovnávaním priečnych rezov osnovných a útkových nití. Dôkazom efektivity deformácie v rôznych smeroch tkaniny je, že plocha priečného rezu osnovných nití je menšia ako u útkových nití, pričom obidve sústavy nití sú rovnakej kvality, je to vidieť na obr.č.4-2, [6].



Obrázok 4-2 Porovnanie priečných rezov osnovy (warp) a útku (weft)

## 4.2 Analýza vplyvu šmykových vlastností na textíliu

Šmykové chovanie je jedna z najdôležitejších charakteristík, ktorá sa podieľa na technických parametroch a vzhľade textílie. V rámci literárnych poznatkov bol model pre určenie šmykovej tuhosti v rôznych smeroch odvodený z Kilbysovej práce. Tento model bol zistený medzi šmykovou tuhosťou ( $G$ ) a hysteréziou šmykovej sily v dvoch uhloch (2HG, 2HG5). Model pre určovanie šmykovej tuhosti ( $G$ ) bol následne aplikovaný na hysteréziu šmykovej sily v dvoch uhloch (2HG, 2HG5) zo širokého rozsahu vzoriek porovnávaním teoretických dát a experimentálnych výsledkov zobrazených formou polárnych diagramov. Výsledky ukazovali silné vzájomné lineárne väzby medzi šmykovou tuhosťou ( $G$ ) a hysteréziou šmykovej sily pri šmykovom uhle  $0,5^\circ$  a  $5^\circ$  (2HG, 2HG5), nielen v hlavných smeroch, ale aj v rôznych diagonálnych smeroch.

Keďže textílie v praktickom využití podliehajú širokému okruhu komplexných deformácií, sú teda šmykové vlastnosti textílií dôležité v mnohých praktických uplatneniach. Hysterézia vytvorená v priebehu šmyku je stanovená výhradne vznikajúcim trecím odporom vytváraným následkom pretáčania nití v miestach prekríženia osnovy a útku. Dostupná literatúra dokazuje, že šmykový mechanizmus je jedným z najdôležitejších vlastností ovplyvňujúcim splývavosť, poddajnosť a omak textílií. Deformácia šmykom ovplyvňuje aj ohybové a mechanické vlastnosti textílií v rôznych iných smeroch, ako je smer osnovy a útku.

### 4.3 Analýza vplyvu ohybových vlastností na textíliu

Efekt trenia v ustálenom stave tuhosti označujúci sa ako pružná tuhosť a ohyb textílie mal podľa výskumov Peirca, Platta, Kleinea a Hamburgera, Coopera rôzne výsledky a názory na pôsobenie a obsah tohto efektu. Peirce navrhol, aby minimálna hodnota tuhosti textílie v osnovnom alebo útkovom smere mohla byť vypočítaná sčítaním ohybových tuhostí nití, výskum podľa Coopera hovoril, že trenie alebo ohyb medzi vláknami textílie spôsobujúce tuhosť prevyšujú minimálnu hodnotu tuhosti textílie.

Ďalší z vedcov, Liversey a Owen odvodili matematický vzorec pre minimálnu hodnotu ohybovej tuhosti textílie, pričom zanedbali vzájomné pôsobenie medzi vláknami, ale prihliadli k zákrutu a oblúčkovitosti priadze. Vytvorili tak titul „Cloth stiffness and hysteresis in bending“, ktorý napomáhal pri určovaní chovania vzájomného pôsobenia medzi vláknami, ktoré spôsobuje pozorovanie ohybovej tuhosti textílie prevyšujúce minimálnu hodnotu.

V Grosbergovom zhrnutí nie je prítomné žiadne trenie v oblasti v blízkosti lineárnej časti ohybovej krivky. Postle bol tiež toho názoru, že vnútorné trenie nemá žiadny účinok na elastický ohyb, ale je prítomné v čase deformácie. Skelton vyjadril názor, že vnútorné trenie je vždy prítomné v priebehu deformácie, ale zároveň je nezávislé na elastickej tuhosti. Všetci sa zhodli na tom, že hysterézia je mierou vnútorného trenia, [6].

## 5. KES – F systém (Kawabata´s Evaluation System for Fabric)

Je sada špeciálnych meracích prístrojov na meranie mechanických vlastností rezných textílií, umožňujúcich objektívne hodnotenie omaku.

Mechanické vlastnosti a odpovedajúce fyzikálne vlastnosti textílií boli vybrané na základe tohto systému, ktorý prevádzal profesor Kawabata so svojimi spolupracovníkmi a podľa tohto systému vychádzal zo základných spôsobov deformácie textílií z hľadiska budúcej aplikácie pre prevod medzi mechanickými vlastnosťami a primárnym omakom. Pri skúšaní uvedených mechanických vlastností bol vyvinutý prístroj so systémom štyroch meracích prístrojov KES – FB, ktoré sú uvedené v tab.č.5-1.

Tabuľka č.5-1 Systém meracích prístrojov KES – FB

OZNAČENIE	POUŽITIE PRÍSTROJA	MERANÁ VELIČINA
KES – FB 1	Skúšanie ťahu a šmyku	LT, WT, RT, EMT, G, 2HG, 2HG5
KES – FB 2	Skúšanie ohybu	B, 2HB
KES – FB 3	Skúšanie stlačiteľnosti	LC, WC, RC, T <sub>0</sub>
KES – FB 4	Skúšanie trenia a drsnosti	MIU, MMD, SMD

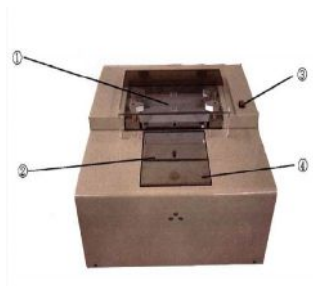
Každá z týchto vlastností je vyjadrená dvoma alebo troma charakteristickými hodnotami, definujúcimi vlastnosti čo najkomplexnejšie, znázornené v tab.č.5-2.

Tabuľka č.5-2 16 parametrov charakterizujúcich mechanické vlastnosti textílií

SKUPINA VLASTNOSTÍ	PARAMETER	CHARAKTERISTIKA	JEDNOTKA
Ťah	LT	Ťahová linearita	[-]
	WT	Ťahová energia	[N.m/m <sup>2</sup> ]
	RT	Ťahová pružnosť	[%]
	EMT	Ťahová deformácia	[%]
Šmyk	G	Šmyková tuhosť	[N/m.degree]
	2HG	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5°	[N/m]
	2HG5	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5°	[N/m]
Ohyb	B	Ohybová tuhosť	[N.m <sup>2</sup> /m]
	2HB	Hysterézia ohybového momentu	[N.m/m]
Tlak	LC	Kompresná linearita	[-]
	WC	Kompresná práca	[N.m/m <sup>2</sup> ]
	RC	Kompresná pružnosť	[%]
	T <sub>0</sub>	Hrúbka	[mm]
Povrch	MIU	Stredná hodnota koeficientu trenia	[-]
	MMD	Stredná odchýlka koeficientu trenia	[-]
	SMD	Stredná odchýlka geometr.drsnosti	[μm]

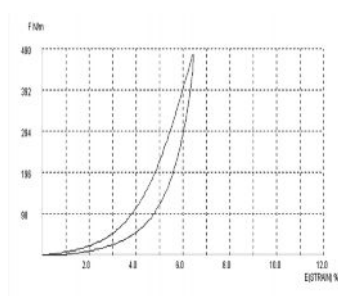
## 5.1 KES – FB 1

Tento prístroj je novým mechanickým modelom testovacieho zariadenia pre ťah a šmyk. Môže merať ťahové a šmykové vlastnosti textílií, papiera, netkaných textílií a filmov. Týmto spôsobom je možné získať údaje o ťahovej energii, napätí, šmykovej tuhosti, zotavení a podobne.



Obrázok 5-1 Prístroj na meranie ťahových a šmykových charakteristík, [12]

1 – meracie čeľuste, 2 – priestor pre umiestnenie vzorky, 3 – svetelná signalizácia merania, 4 – čidlo zaistenia správnej polohy meranej vzorky



Graf č.1 Krivka namáhania v ťahu

kde,  $F$  ... ťahová sila [N/m]

$E$  ... ťažnosť plošnej textílie [%]

**Princíp merania:** Je sledovaná reakcia plošnej textílie na pôsobenie ťahovej sily. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnovy a v smere útku, kedy je vzorka testovanej textílie upnutá medzi dvoma čeľusťami, dlhými 20cm a vzdialenými od seba 5cm. Predná čeľusť je pevná a zadná čeľusť je pohyblivá a namáha vzorku textílie na ťah do medze  $F_m = 490\text{N/m}$ . Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softwaru.

**Podmienky merania:**

- veľkosť vzorky ... 20 x 20 [cm] bez stláčania a záhybov (strihané presne po niti a naznačený smer osnovy)
- rýchlosť ... 0,2 [mm/s]
- vzdialenosť čeľustí ... 5 [cm]
- maximálne zaťaženie ... 490 [N/m]
- každá vzorka je meraná samostatne v smere osnovy a v smere útku

**Vyhodnotenie:**

**WT** ... ťahová energia na jednotku plochy [N.m/m<sup>2</sup>]

$$WT = \int_0^{Em} F \cdot dE$$

**LT** ... ťahová linearita zaťaženia – predĺženia [-]

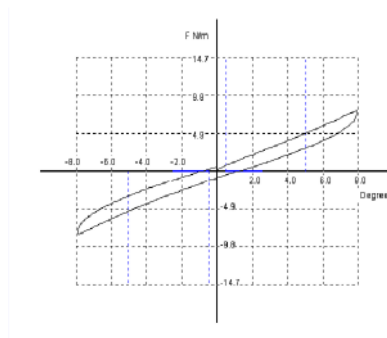
$$LT = \frac{WT}{F_m \cdot Em/2}$$

**RT** ... elastické zotavenie [%]

$$RT = \frac{WT'}{WT} \cdot 100$$

kde WT' ... energia zotavenia [N.m/m<sup>2</sup>]

**EMT** ... relatívne predĺženie pri maximálnej ťahovej sile [%],[12].



Graf č.2 Krivka namáhania v šmyku

kde, F ... ťahová sila [N/m]

degree ... šmykový uhol [°], [13]

**Princíp merania:** Je sledovaná reakcia plošnej textílie na pôsobenie šmykovej sily. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnove a v smere útku, kedy je vzorka testovanej textílie upnutá medzi dvoma čeľusťami, dlhými 20cm a vzdialenými od seba 5cm. Predná čeľusť je pevná a zadná čeľusť sa pohybuje rovnobežne s osou bubna v rozmedzí  $\pm 8^\circ$ . Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softwaru.

**Podmienky merania:**

- veľkosť vzorky ... 20 x 20 [cm] bez stláčania a záhybov
- konštantné napätie vzorky 10 [gf/cm]; 1gf/cm odpovedá cca 0,98N/m
- vzdialenosť čeľustí 5 [cm]
- maximálne zaťaženie (šmykový uhol) ...  $\pm 8$  [°]
- každá vzorka je meraná samostatne v smere osnovy a v smere útku

**Vyhodnotenie:**

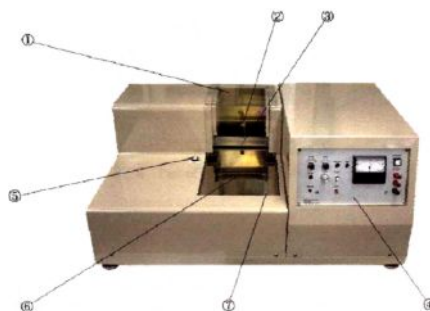
**G** ... šmyková tuhosť na jednotku dĺžky meraná v medziach  $(\pm) 0,5^\circ \sim 2,5^\circ$  [N/m.°]

**2HG** ... hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle  $\pm 0,5^\circ$  [N/m]

**2HG5** ... hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle  $\pm 5^\circ$  [N/m], [13].

## 5.2 KES – FB 2

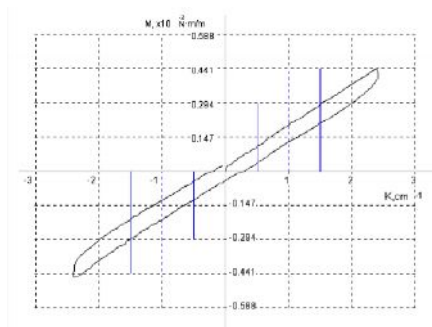
Tento prístroj je novým mechanickým modelom testovacieho zariadenia pre ohyb. Môže merať ohybové vlastnosti (ohybová tuhosť, hysterézia ohybového momentu) textílií, papiera, netkaných textílií, priadzí, vlasov. Ohybové vlastnosti sú dôležité najmä pre meranie KOSHI (zložka primárneho omaku) pri zisťovaní omaku textílie.



Obrázok 5-2 Prístroj na meranie ohybových charakteristík, [14]

- 1 – kryt čeľuste, 2 – senzor pohybu, 3 – meracie čeľuste, 4 – ovládací panel,  
5 – svetelná signalizácia merania, 6 – priestor pre umiestnenie vzorky, 7 – čidlo  
zaistenia správnej polohy meranej vzorky





Graf č.3 Krivka namáhania v ohybe

kde,  $K$  ... krivosť [ $\text{cm}^{-1}$ ] ...  $K_m = \pm 2,5\text{cm}^{-1}$

$M$  ... moment v ohybe [ $\text{N.m/m}$ ]

**Princíp merania:** Je sledovaná reakcia plošnej textílie na pôsobenie vonkajšej ohybovej sily. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnovy a v smere útku, kedy je vzorka testovanej textílie upnutá medzi dvoma čeľusťami, dlhými 20cm a vzdialenými od seba 1cm. Predná čeľusť je pevná a zadná čeľusť sa pohybuje a namáha vzorku textílie na ohyb do medze krivosti  $K_m = \pm 2,5\text{cm}^{-1}$ . Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softwaru.

**Podmienky merania:**

- veľkosť vzorky ... 20 x 20 [cm] bez stláčania a záhybov
- rýchlosť ... 0,5 [ $\text{cm}^{-1}/\text{s}$ ]
- vzdialenosť čeľustí ... 1 [cm]
- maximálna krivosť  $K$  ...  $\pm 2,5$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]
- každá vzorka je meraná samostatne v smere osnovy a v smere útku

**Vyhodnotenie:**

**B** ... ohybová tuhosť vzťahnutá na jednotku dĺžky [ $\text{N.m}^2/\text{m}$ ], meraná v medziach krivosti  $K = \pm 0,5 \sim 1,5\text{cm}^{-1}$

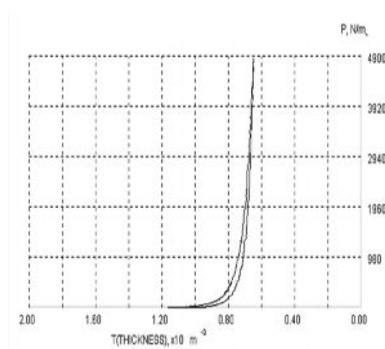
**2HB** ... hysterézia ohybového momentu vzťahnutá na jednotku dĺžky [ $\text{N.m/m}$ ], odčítaná pri krivosti  $K = \pm 1,0\text{cm}^{-1}$ , [14].

### 5.3 KES – FB 3

Tento prístroj je novým mechanickým modelom testovacieho zariadenia pre tlak. Môže merať tlakové vlastnosti ako je hrúbka textílií, práca pri stlačovaní, schopnosť zotavenia textílií s rastúcim časovým zaťažením.



Obrázok 5-3 Prístroj na meranie tlakových charakteristík, [15]



Graf č.4 Krivka namáhania v tlaku

kde,  $P$  ... tlak pôsobiaci na plošnú textíliu [ $\text{N/m}^2$ ]

$T$  ... hrúbka plošnej textílie [m]

**Princíp merania:** Je sledovaná a vyhodnocovaná reakcia plošnej textílie na pôsobenie tlakovej sily. Meranie sa prevádza v smere kolmom k ploche textílií na troch automaticky nastavených miestach testovanej textílie. Vzorka testovanej textílie je stlačovaná prítlačnou čeľusťou o ploche  $2\text{cm}^2$  do medze pôsobiaceho tlaku  $P_m = 4900\text{N/m}^2$ . Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softwaru.

**Podmienky merania:**

- veľkosť vzorky ... 20 x 20 [cm] bez stláčania a záhybov
- plocha čeľusti ... 2 [cm<sup>2</sup>]
- maximálne zaťaženie ... 4900 [N/m<sup>2</sup>]
- každá vzorka je meraná v jednom smere

**Vyhodnotenie:**

**WC** ... kompresná práca vzťahnutá na jednotku plochy [N.m/m<sup>2</sup>]

$$WC = \int_{T_m}^{T_0} P.dT$$

**LC** ... kompresná linearita [-]

$$LC = \frac{WC}{P_m \cdot (T_0 - T_m)/2}$$

kde,  $T_0$  ... hrúbka plošnej textílie pri  $P = 0$  N/m<sup>2</sup>

$T_m$  ... hrúbka plošnej textílie pri  $P_m$

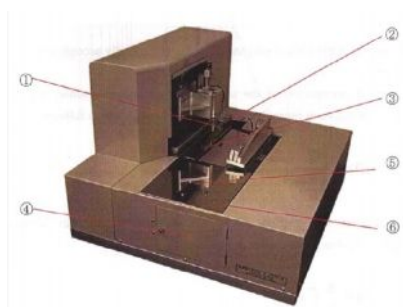
**RC** ... elastické zotavenie [%]

$$RC = \frac{WC'}{WC} \cdot 100$$

kde  $WC'$  ... zotavená energia daná tlakom [N.m/m<sup>2</sup>] [15]

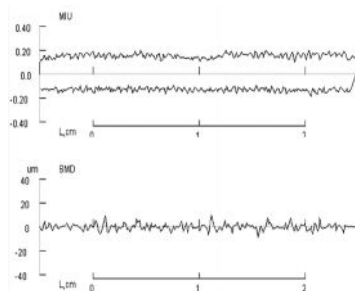
**5.4 KES – FB 4**

Tento prístroj je novým mechanickým modelom testovacieho zariadenia pre povrch. Môže merať povrchové vlastnosti textílií, papiera, netkaných textílií a filmov. Údaje namerané na tomto prístroji majú dobrú koreláciu s ľudským prstom. Prístroj sa používa na meranie vlastností ako je NUMERI (hladkosť), SHARI (vrzavosť), ZARATSUKI (drsnosť).



Obrázok 5-4 Prístroj na meranie povrchových charakteristík, [16]

- 1 – snímač geometrickej drsnosti, 2 – snímač koeficientu trenia, 3 – priestor merania,  
 4 – panel pre manuálne ovládanie, 5 – priestor pre umiestnenie vzorky,  
 6 – čidlo zaistenia správnej polohy meranej vzorky



Graf č.5 Krivka merania povrchových vlastností

- kde, MIU ... stredná hodnota koeficientu trenia [-]  
 SMD ... stredná odchýlka geometrickej drsnosti [ $\mu\text{m}$ ]  
 L ... dráha pohybu snímačov [cm]

**Princíp merania:** Prístroj meria povrchové trenie a geometrickú drsnosť plošnej textílie. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnovy a v smere útku, kedy je vzorka testovanej textílie upnutá medzi dvoma čeľušťami, dlhými 20cm a vzdialenými od seba 15cm. Upnutá vzorka sa pohybuje zľava doprava a späť. Prístroj je vybavený dvoma snímačmi (snímač koeficientu povrchového trenia a snímač pre snímanie geometrických nerovností), ktoré sa pohybujú po dráhe 30mm tam a späť, na troch automaticky nastavených miestach plošnej textílie. Priebeh merania a spracovanie výsledkov je riadené pomocou počítačového softwaru.

**Podmienky merania:**

- veľkosť vzorky ... 20 x 20 [cm] bez stláčania a záhybov
- rýchlosť posunu vzorky ... 1 [mm/s]
- napätie vzorky ... 20 [gf/cm]
- prítlak čidla ... 50 [gf]
- každá vzorka je meraná samostatne v smere osnovy a v smere útku

**Vyhodnotenie:**

**MIU** ... stredná hodnota koeficientu trenia [-]

$$\text{MIU} = \frac{1}{L} \cdot \int_0^x \mu \cdot dL$$

**MMD** ... stredná odchýlka koeficientu trenia [-]

$$\text{MMD} = \frac{1}{L} \cdot \int_0^x |\mu - \bar{\mu}| \cdot dL$$

**SMD** ... stredná odchýlka geometrickej drsnosti [ $\mu\text{m}$ ]

$$\text{SMD} = \frac{1}{L} \cdot \int_0^x |T - \bar{T}| \cdot dL$$

kde T ... hrúbka textílie

$\mu$  ... koeficient trenia, [16].

## 6. FAST systém (The Fabric Assurance by Simple Testing)

Je súbor nástrojov a skúšobných metód vyvinutých v CSIRO Division of Wool Technology (Austrália) na meranie vlastností, ktoré ovplyvňujú odevnícke spracovanie textílií a vzhľad odevných súčastí pri nosení. Skladá sa z troch jednoduchých prístrojov a testovacích metód.

Bol vyvinutý, aby poskytol priemyslu jednoduchý, silný a relatívne lacný systém pre objektívne meranie materiálových vlastností dôležitých pre odevnú výrobu. Poskytuje spoločnú reč pre výrobcov tkanín a odevov, aby mohli vzájomne komunikovať o vlastnostiach a technických parametroch tkanín a odevov na základe jednotného merania, [17].

## 6.1 Usporiadanie FAST systému

Zahŕňa tri jednoduché prístroje a testovacie metódy, znázornené v tab.č.6-1. Pre zaistenie bezchybných výpočtov je tento systém pripojený k počítaču, kde meracia technika okamžite zaznamenáva namerané údaje, a tie sú zobrazené na monitore, [17].

Tabuľka č.6-1 Usporiadanie FAST - systému

PRÍSTROJ	MERANÉ VLASTNOSTI
FAST – 1	Tlak
FAST – 2	Ohyb
FAST – 3	Ťažnosť
FAST - 4	Rozmerová stabilita

Využíva 14 parametrov, uvedené v tab.č.6-2, ktoré môžu byť namerané alebo vypočítané. Význam týchto parametrov sa mení podľa použitia testovanej textílie. Systém poskytuje jednoduchú, a pritom spoľahlivú a rýchlu odozvu informácií pri kontrole textílií pri konečnej úprave ako aj odevnej výrobe.

Tabuľka č.6-2 14 nameraných parametrov vo FAST systéme

SKUPINA VLASTNOSTÍ	PARAMETER	CHARAKTERISTIKA	JEDNOTKA
Ťah	LT	Ťahová linearita	[-]
	WT	Ťahová energia	[N.m/m <sup>2</sup> ]
	RT	Ťahová pružnosť	[%]
	EMT	Ťahová deformácia	[%]
Šmyk	G	Šmyková tuhosť	[N/m.degree]
	2HG	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5°	[N/m]
	2HG5	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5°	[N/m]
Ohyb	B	Ohybová tuhosť	[N.m <sup>2</sup> /m]
	2HB	Hysterézia ohybového momentu	[N.m/m]
Tlak	LC	Kompresná linearita	[-]
	WC	Kompresná práca	[N.m/m <sup>2</sup> ]
	RC	Kompresná pružnosť	[%]
	T <sub>0</sub>	Hrúbka	[mm]
Povrch	MIU	Stredná hodnota koeficientu trenia	[-]
	MMD	Stredná odchýlka koeficientu trenia	[-]
	SMD	Stredná odchýlka geometr.drsnosti	[μm]

## 6.2 Porovnávanie dvoch meracích systémov

Ako KES – systém, tak aj FAST – systém boli pôvodne určené pre meranie aplikácie malých zaťažujúcich síl mechanických vlastností. Sú presné a schopné reprodukcie chovania textílií, ale líšia sa niekoľkými spôsobmi.

FAST – systém používa štandardné vzorky 5cm dlhé pružky a KES – systém vzorky o rozmeroch 20x20cm.

KES testovacie zariadenie ohybu používa princíp čistého ohybu pri meraní ohybových vlastností. Neustále sú zaznamenávané zmeny zakrivenia vzorky a súčasne zaznamenáva obidve, elasticú aj treciu zložku pre ohybový moment.

FAST testovacie zariadenie ohybu je založené na princípe Cantilever testu. V prípade merania šmykových vlastností, princíp merania diagonálneho predĺženia bol prijatý FAST testovacím zariadením šmyku, zatiaľ čo KES – F systém meria prostý šmyk so stranami v konštantnej dĺžke.

Niekoľko pracovníkov porovnávalo výsledky namerané oboma systémami. Ly et al. (1991) zistil, že výsledky namerané oboma systémami sú vysoko súvisiace medzi sebou, a teda výsledky takto získané sú pomerne podobné. Používaný postup v KES – systéme sa zdá byť viac podobný skutočnej deformácii textílie v šmyku a ohybe a umožňuje nepretržité meranie deformácie.

Na druhej strane má FAST – systém jednoduchšie a lacnejšie použitie. Cena FAST – systému predstavuje iba asi jednu osminu ceny z KES – systému. Preto je jednoduchšie aplikovať FAST – systém v priemysle.

Na základe toho vyplýva, že FAST dáta môžu byť rýchle aplikované pre konečnú výrobu, zatiaľ čo KES – systém je ideálny laboratórny prístroj pre precízne priemyselné testovanie, [8].

## 7. EXPERIMENT

Cieľom experimentu bolo vysvetliť a popísať na základe získaných poznatkov vplyv štruktúrnych parametrov rezných textílií a ich mechanických vlastností na deformačné chovanie jednotlivých textílií, ktorý bol spôsobený vlastnou tiažou materiálu. Namerané dáta (uvedené v Prílohe 1) jednotlivých vzoriek materiálov sa získali pomocou meracieho systému KES – F Systém.

V práci bolo testovaných 12 materiálov, pri ktorých sa sledovala zmena dostavy a väzby na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti a následne vplyv týchto mechanických vlastností na deformáciu spôsobenú vlastnou ťiažou materiálu. Materiály boli rozdelené do troch skupín podľa väzby. Dáta jednotlivých materiálov určených na sledovanie vplyvu zmeny dostavy a väzby na mechanické vlastnosti boli uvedené v Prílohe 2 a v Prílohe 3. Spôsoby podľa ktorých sa spracovávali namerané dáta boli uvedené v Prílohe 4.

Tabuľka č.7-1 Použité materiály a ich parametre

P.č.	Materiál	Hmotnosť textílie[ <i>tex</i> ]	Väzba	Dostava [ <i>n/10cm</i> ]	
				<b>D<sub>o</sub></b>	<b>D<sub>ú</sub></b>
1,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	88
2,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	130
3,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	170
4,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	193
5,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/2	218	203
6,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/5	218	218
7,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 2/4	218	203
8,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 1/5	218	218
9,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 2/4	218	218
10,	SPOLSIN – rezná – 100% CO	29,5	atlas 1/5	212	212
11,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 2/4	212	212
12,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 5/1	212	212



## 7.1 Vplyv zmeny dostavy na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti

### 7.1.1 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti v smere útku

Vplyv zmeny dostavy v smere útku na mechanické vlastnosti sa sledoval u materiálov plátrovej väzby (Príloha 1). Z korelačných koeficientov (R) uvedených materiálov v tab.č.7-2 sa vykazovala silná závislosť medzi dostavou útku a jednotlivými vlastnosťami (ťah, šmyk, ohyb). Jedinou výnimkou bol parameter EMT, ktorý vykazoval pomerne malú lineárnu závislosť.

Tabuľka č.7-2 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami v útku

- 1) dostava v smere útku / ťahové vlastnosti v smere útku
- 2) dostava v smere útku / šmykové vlastnosti v smere útku
- 3) dostava v smere útku / ohybové vlastnosti v smere útku

1)				2)			3)	
Ťah				Šmyk			Ohyb	
LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5	B	2HB
0,971	0,907	-0,990	-0,494	0,997	0,992	0,958	0,988	0,991

### 7.1.2 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové, ohybové vlastnosti v smere osnovy

Korelačné koeficienty (R) vykazovali vysokú lineárnu závislosť, až na parameter EMT. Najväčší vplyv mala zmena dostavy na šmykové a ohybové vlastnosti.

Tabuľka č.7-3 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami v osnove

- 1) dostava v smere útku / ťahové vlastnosti v smere osnovy
- 2) dostava v smere útku / šmykové vlastnosti v smere osnovy
- 3) dostava v smere útku / ohybové vlastnosti v smere osnovy

1)				2)			3)	
Ťah				Šmyk			Ohyb	
LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5	B	2HB
0,990	0,870	-0,776	0,288	0,995	0,956	0,981	0,967	0,976

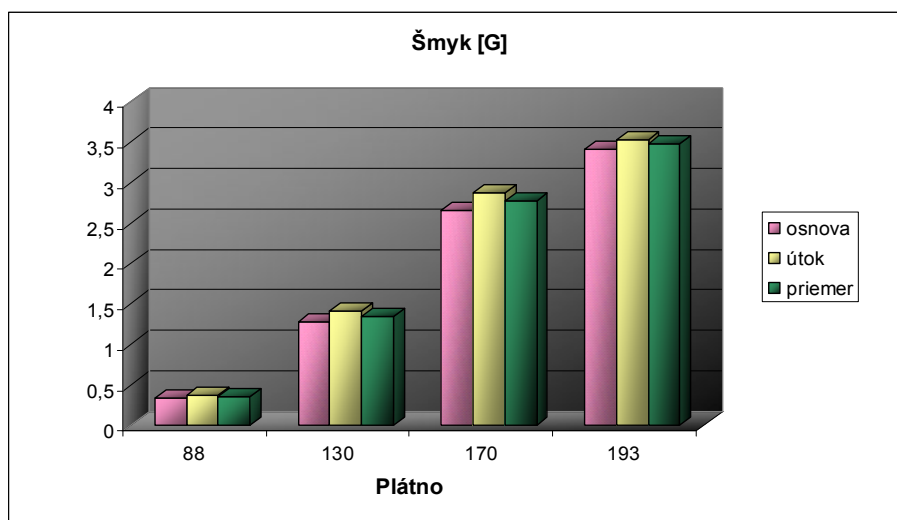
### 7.1.3 Vplyv zmeny dostavy v smere útku na ťahové, šmykové, ohybové vlastnosti z priemeru v smere osnovy a útku

Korelačné koeficienty (R) vykazovali najvyššiu lineárnu závislosť práve pri zmene dostavy na mechanické vlastnosti z priemeru obidvoch smerov. Najväčšiu priamu lineárnu závislosť vykazoval vzťah  $D_{\bar{u}} - G$ ,  $R = 0,996$ ;  $D_{\bar{u}} - 2HB$ ,  $R = 0,989$ , ktorá bola znázornená v Grafe č.6 a v Grafe č.7 a nepriamu lineárnu závislosť vykazoval vzťah  $D_{\bar{u}} - RT$ ,  $R = -0,987$  (vid' Príloha 3).

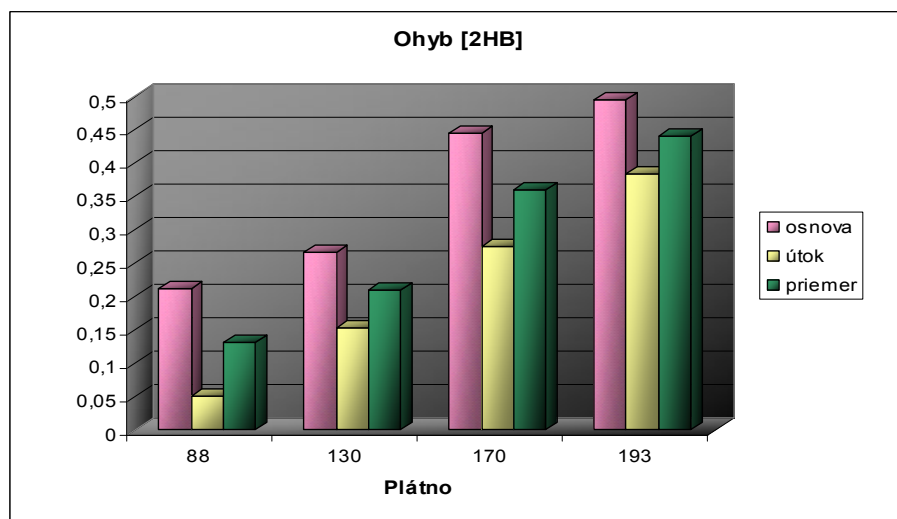
Tabuľka č.7-4 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami z priemeru v smere osnovy a útku

- 1) dostava v smere útku / ťahové vlastnosti z priemeru v smere osnovy a útku
- 2) dostava v smere útku / šmykové vlastnosti z priemeru v smere osnovy a útku
- 3) dostava v smere útku / ohybové vlastnosti z priemeru v smere osnovy a útku

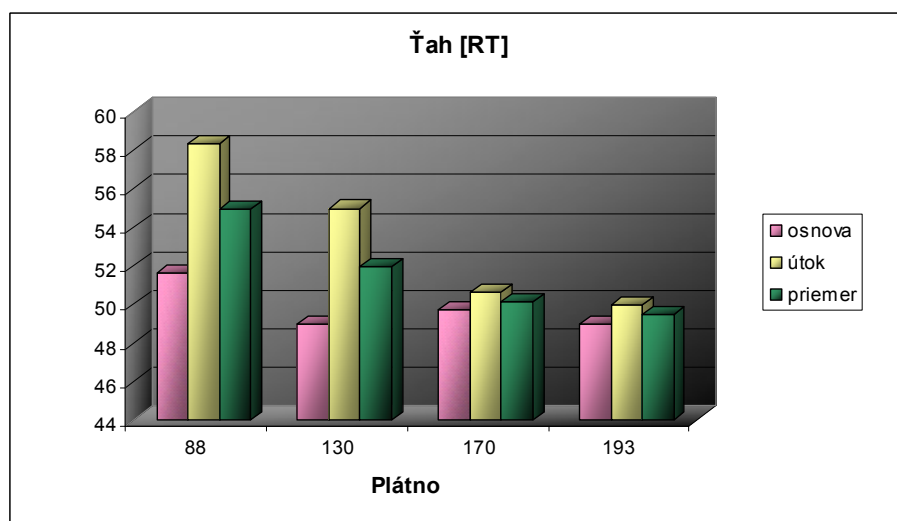
1)				2)			3)	
Ťah				Šmyk			Ohyb	
LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5	B	2HB
0,985	0,970	-0,987	0,165	0,996	0,983	0,970	0,982	0,989



Graf č.6 Šmyková tuhosť [N/m.degree]



Graf č.7 Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]



Graf č.8 Ťahová pružnosť [%]

## 7.2 Vplyv zmeny väzby na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti

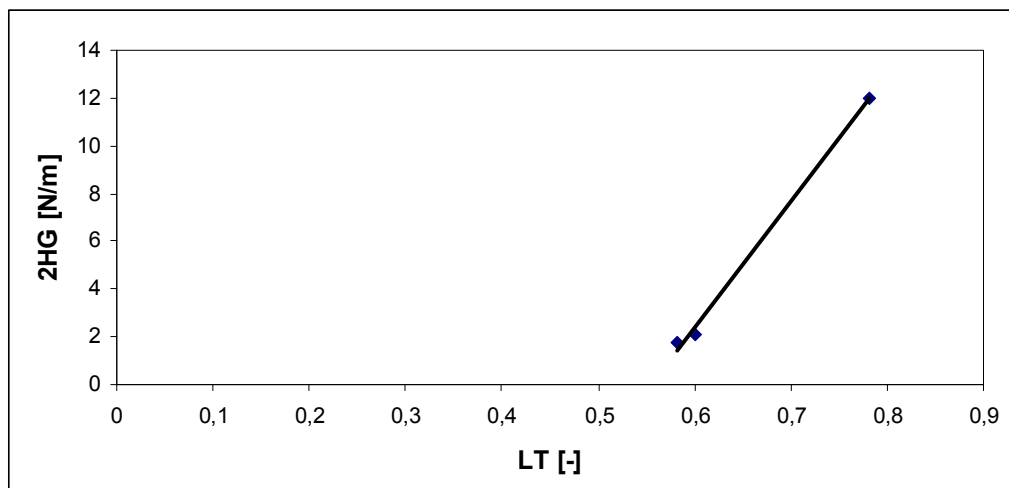
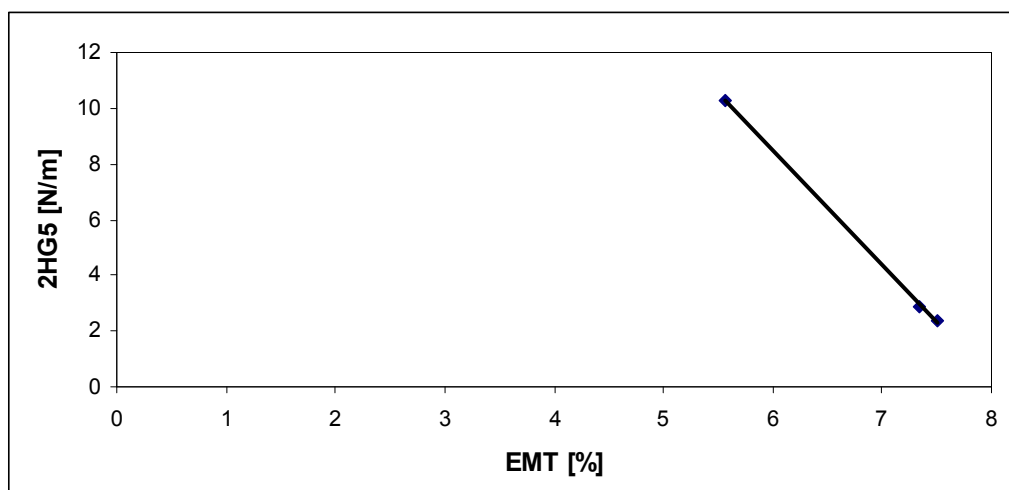
### 7.2.1 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere útku

Analýzou daných vlastností medzi sebou (ťah – šmyk, ťah – ohyb, šmyk – ohyb) bolo zisťované, či medzi dvojicami týchto vlastností existuje nejaký vzťah. V tomto prípade korelačné koeficienty (R) vykazovali vysokú priamu lineárnu závislosť medzi LT – G, 2HG (viď Graf č.9, kde je  $R = 0,999$ ) pre materiály plátrovej a keprovej väzby. Vysokú nepriamu lineárnu závislosť vykazovali korelačné koeficienty (R) medzi RT – G a 2HG plátrovej väzby, EMT – G, 2HG a 2HG5 (viď Graf č.10, kde je  $R = -1,000$ ) keprovej väzby.

Tabuľka č.7-5 Korelačné koeficient medzi ťahom v útku – šmykom v útku

- 1) skupina materiálov plátrovej väzby
- 2) skupina materiálov keprovej väzby
- 3) skupina materiálov atlasovej väzby

		1)	2)	3)	1)	2)	3)	1)	2)	3)
		Šmyk								
		G			2HG			2HG5		
Ťah	LT	0,985	0,984	-	0,988	0,999	0,241	0,865	0,990	0,179
	WT	0,934	0,366	0,969	0,949	0,479	0,928	0,832	0,399	0,964
	RT	-	0,992	0,123	0,928	0,992	0,002	0,893	0,961	0,087
	EMT	-	-	0,967	0,414	0,994	0,938	0,445	1,000	0,967

Graf č.9 Korelačný koeficient  $R = 0,999$  pre vzťah medzi LT – 2HGGraf č.10 Korelačný koeficient  $R = -1,000$  pre vzťah medzi EMT – 2HG5

Pri analýze vlastností medzi ťahom – ohybom vykazovali korelačné koeficienty priamu lineárnu závislosť medzi LT – B a 2HB plátrovej a keprovej väzby a nepriamu lineárnu závislosť medzi EMT – B a 2HB keprovej väzby (Tabuľka č.7-6). Najväčšiu priamu lineárnu závislosť vykazoval vzťah medzi Šmykom – Ohybom (Tabuľka č.7-7).

Tabuľka č.7-6 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v útku

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		Ohyb					
Ťah		B			2HB		
	LT	0,995	0,999	-0,652	0,987	0,998	-0,015
	WT	0,915	0,495	0,706	0,893	0,472	0,954
	RT	-0,971	-0,021	-0,549	-0,969	0,006	-0,959
	EMT	-0,505	-0,992	0,769	-0,547	-0,995	0,939

Tabuľka č.7-7 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v útku

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		<b>Ohyb</b>					
		<b>B</b>			<b>2HB</b>		
<b>Šmyk</b>	<b>G</b>	0,993	0,990	0,752	0,992	0,993	0,862
	<b>2HG</b>	0,992	1,000	0,711	0,988	1,000	0,970
	<b>2HG5</b>	0,928	0,994	0,722	0,988	0,997	0,986

### 7.2.2 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere osnove

Rovnako ako v prvom prípade pri analýze vlastností v smere útku s vlastnosťami v smere útku sa postupovalo aj pri analýze s vlastnosťami v smere osnove. Z korelačných koeficientov (R) vykazoval najväčšiu priamu lineárnu závislosť vzťah medzi LT – G, 2HG a 2HG5 pre materiály keprovej väzby a nepriamu lineárnu závislosť medzi RT – G, 2HG a 2HG5 plátrovej väzby a rovnako pri EMT keprovej väzby.

Tabuľka č.7-8 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – šmykom v osnove

- 1) skupina materiálov plátrovej väzby
- 2) skupina materiálov keprovej väzby
- 3) skupina materiálov atlasovej väzby

		1)	2)	3)	1)	2)	3)	1)	2)	3)
		<b>Šmyk</b>								
		<b>G</b>			<b>2HG</b>			<b>2HG5</b>		
<b>Ťah</b>	<b>LT</b>	0,990	0,998	0,613	0,931	0,999	0,194	0,907	0,999	0,164
	<b>WT</b>	0,927	0,474	0,553	0,972	0,479	0,905	0,860	0,484	0,954
	<b>RT</b>	-	0,985	0,004	0,420	0,988	0,002	0,888	0,978	0,007
	<b>EMT</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>EMT</b>	0,475	0,995	0,606	0,221	0,994	0,908	0,474	0,994	0,954

Z nasledujúcej tabuľky (Tabuľka č.7-9) bola výrazná priama lineárna závislosť medzi vlastnosťami LT – B a 2HB, WT – B a 2HB, nepriama lineárna závislosť RT – B a 2HB

plátnovej väzby. Lineárny nepriamu závislosť vykazoval aj vzťah medzi G – B a 2HB, 2HG – B a 2HB (Tabuľka č.7-10).

Tabuľka č.7-9 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v osnove

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		<b>Ohyb</b>					
		<b>B</b>			<b>2HB</b>		
<b>Ťah</b>	<b>LT</b>	0,996	0,609	0,202	0,994	0,798	0,333
	<b>WT</b>	0,965	-0,355	-0,675	0,966	-0,094	-0,521
	<b>RT</b>	-0,969	0,758	0,682	-0,979	0,558	0,507
	<b>EMT</b>	-0,363	-0,728	-0,679	-0,367	-0,884	-0,542

Tabuľka č.7-10 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v osnove

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		<b>Ohyb</b>					
		<b>B</b>			<b>2HB</b>		
<b>Šmyk</b>	<b>G</b>	0,984	0,740	-0,485	0,990	0,892	-0,319
	<b>2HG</b>	0,990	0,651	-0,845	0,995	0,829	-0,752
	<b>2HG5</b>	0,868	0,715	-0,787	0,889	0,875	-0,670

### 7.2.3 Analýza vzťahu medzi vlastnosťami v smere útku a vlastnosťami v smere osnove a útku (priemer)

Posledným zhodnotením bola analýza korelačných koeficientov (R) vlastností v smere útku s vlastnosťami priemeru, kde medzi vlastnosťami ťah – šmyk (Tabuľka č.7-11) sa vykazovali výrazné lineárne priame závislosti napr. medzi LT – G, 2HG a 2HG5 plátnovej a keprovej väzby, alebo vysoké nepriame závislosti medzi RT – G, 2HG a 2HG5, EMT – G, 2HG a 2HG5 keprovej väzby. Oveľa menší lineárny vzťah bol medzi vlastnosťami ťah – ohyb (Tabuľka č.7-12) a naopak medzi vlastnosťami šmyk – ohyb (Tabuľka č.7-13) bol priamy lineárny vzťah medzi G – B a 2HB, 2HG – B a 2HB plátnovej väzby.

Tabuľka č.7-11 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – šmykom v osnove a útku (priemer)

- 1) skupina materiálov plátnovej väzby
- 2) skupina materiálov keprovej väzby
- 3) skupina materiálov atlasovej väzby

		1)	2)	3)	1)	2)	3)	1)	2)	3)
		Šmyk								
		G			2HG			2HG5		
Ťah	LT	0,988	0,992	0,465	0,969	0,999	0,221	0,969	0,996	0,173
	WT	0,931	0,417	0,782	0,966	0,479	0,920	0,966	0,443	0,962
	RT	- 0,989	0,068	- 0,676	- 0,997	- 0,002	- 0,893	- 0,997	0,038	- 0,938
	EMT	- 0,462	- 0,999	- 0,817	- 0,328	- 0,994	- 0,927	- 0,328	- 0,998	- 0,963

Tabuľka č.7-12 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v osnove a útku  
(priemer)

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		Ohyb					
		B			2HB		
Ťah	LT	0,999	0,909	0,250	0,996	0,938	0,367
	WT	0,942	0,122	-0,672	0,934	0,199	-0,392
	RT	-0,974	0,367	0,704	-0,979	0,293	0,375
	EMT	-0,438	-0,964	-0,669	-0,461	-0,982	-0,418

Tabuľka č.7-13 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v osnove a útku  
(priemer)

		1)	2)	3)	1)	2)	3)
		Ohyb					
		B			2HB		
Šmyk	G	0,993	0,968	-0,475	0,996	0,985	-0,184
	2HG	0,995	0,930	-0,846	0,997	0,956	-0,646
	2HG5	0,890	0,959	-0,794	0,906	0,978	-0,552

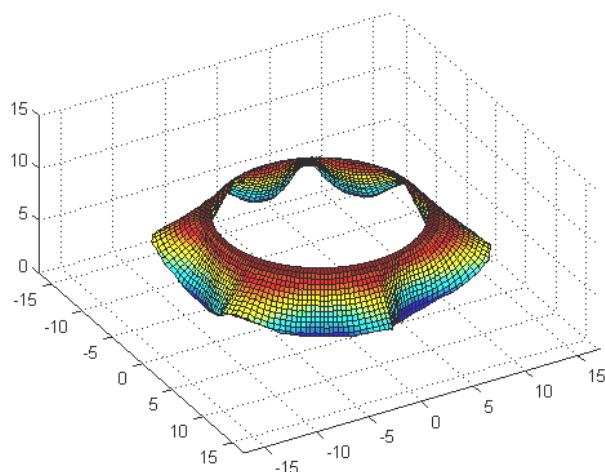
## 7.2.4 Analýza vzťahu koeficientu splývavosti DC s vlastnosťami v útku, v osnove a z priemeru

Koeficient splývavosti DC bolo možné získať za pomoci dvoch meraní:

- 1.spôsob – za pomoci systému obrazovej analýzy (Lucia)
- 2.spôsob – za pomoci 3D drape scanneru

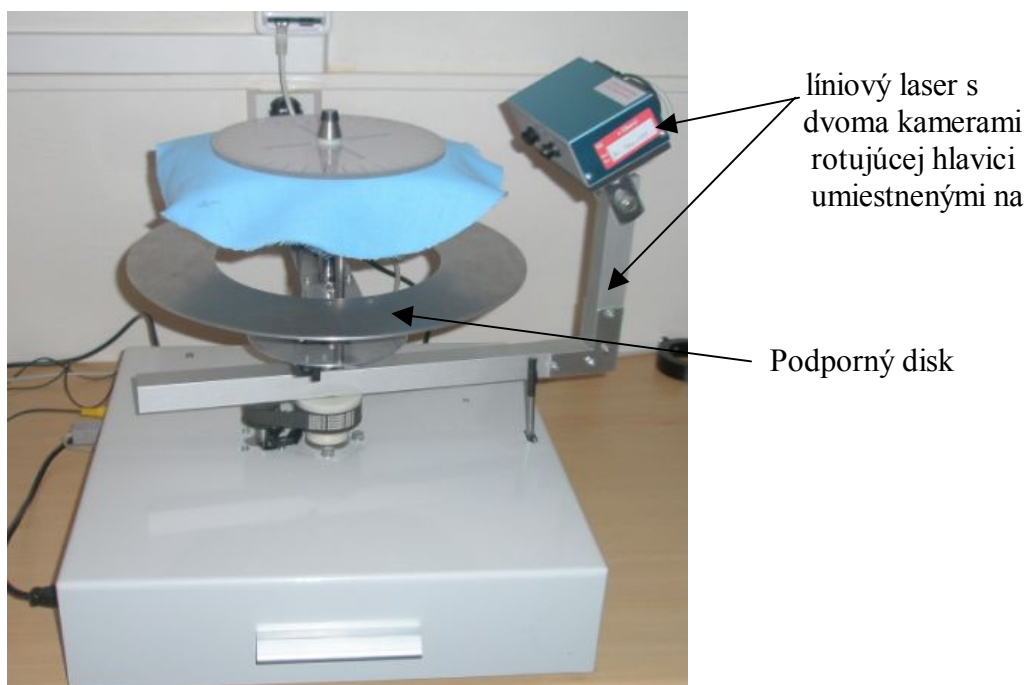
Ide o triangulačný laserový scanner ( obr.č.7-1) pre snímanie 3D tvaru splývajúcej textílie, ktorý v sebe kombinuje klasický Cousickov drapemeter, systém obrazovej analýzy a laserový aparát.





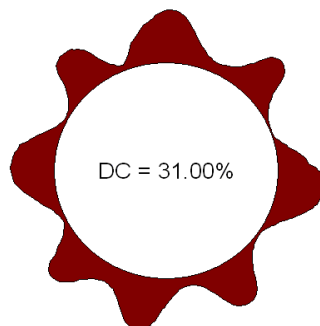
Obrázok 7-1 Zariadenie pre snímanie 3D tvaru splývajúcej textílie

Triangulačný laserový scanner zachytáva deformovaný tvar, v celej hĺbke previsu splývajúcej textílie súčasne. Aby nedochádzalo k nepresnostiam pri meraní, je potrebné merať pri úplnej tme. Tento prístroj funguje na princípe líniového lasera a dvoch kamier, umiestnených na rotujúcej hlavici (obr.č.7-2).



Obrázok 7-2 Zariadenie pre 3D skenovanie splývavosti

Súčasná verzia systému 3D drape scanner disponuje funkciou pre zobrazenie tvaru 2D priemetu splývajúcej vzorky s automatickým výpočtom 2D koeficientu splývavosti DC, (viď obr.č.7-2, obr.č.7-3). Namerané koeficienty splývavosti DC systému obrazovej analýzy Lucia a koeficienty splývavosti DC pre 2D jednotlivých vzoriek daných materiálov boli uvedené v tabuľke č.21, (Príloha 2).



Obrázok 7-3 Obraz 2D priemetu splývajúcej textílie, výpočet hodnoty DC pre 2D

Vzorec pre výpočet koeficientu splývavosti:

$$DC = \frac{S - S_p}{S_m} \cdot 10^2 \quad [\%]$$

kde,  $S$  ... plocha skúšanej vzorky [ $\text{m}^2$ ]

$S_p$  ... priemerná plocha priemetu skúšaných vzoriek [ $\text{m}^2$ ]

$S_m$  ... plocha medzikružia (plocha vzorky spôsobilá k splývaniu [ $\text{m}^2$ ], [10].

Zistením, či existuje nejaký vzťah medzi koeficientom splývavosti DC nameraného pomocou systému obrazovej analýzy Lucia a koeficientom splývavosti DC nameraného pomocou 3D scanneru sa podrobnejšie zaoberali vo svojej práci študentky Provazníková S. a Šestáková M. Zrovnávali tieto metodiky, v ktorých sa ukázala vysoká lineárna závislosť, [18;19].

V práci sa koeficient splývavosti DC 2D dával do súvislosti s mechanickými vlastnosťami (ťah, šmyk, ohyb) materiálov plátnovej väzby, (Príloha 2). Korelačné koeficienty (R) vykazovali dobrú lineárnu závislosť medzi vzťahmi DC – RT, DC – 2HG5 (Tabuľka č.7-14).

Tabuľka č.7-14 Korelačné koeficienty medzi DC – ťahom – šmykom – ohybom

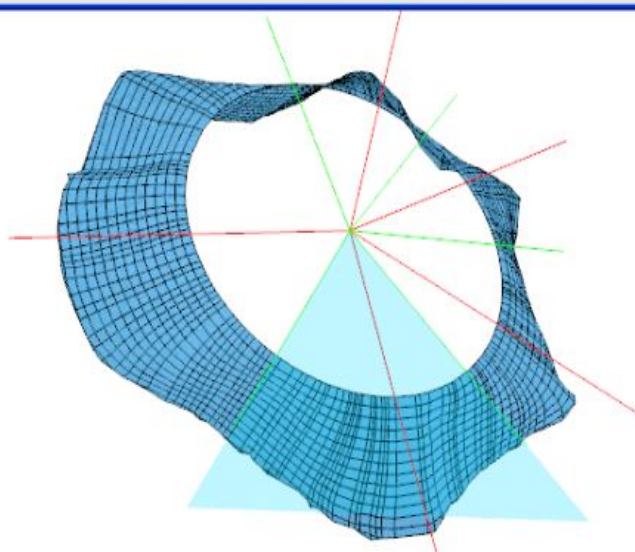
		DC		
		útok	osnova	Priemer (osnova+útok)
Ťah	LT	0,872	0,941	0,913
	WT	0,896	0,903	0,988
	RT	-0,974	-0,793	-0,979
	EMT	-0,290	0,399	0,356
Šmyk	G	0,939	0,923	0,932
	2HG	0,937	0,975	0,962
	2HG5	0,984	0,980	0,983
Ohyb	B	0,894	0,890	0,897
	2HB	0,897	0,909	0,908

Pôvodná verzia softwaru 3D scanner bola rozšírená o sadu užívateľských funkcií, ktoré umožňujú automatické vyhodnocovanie vybraných geometrických charakteristík 3D zobrazenia testovaných vzoriek, konkrétne: počet vĺn, ich plochu a obvod, uhol, pod ktorým sa vlny vytvárajú (Uhol alfa1, Uhol alfa2, Uhol alfa3) a hĺbku vĺn (Hĺbka h1, Hĺbka h2, Hĺbka h3). Ďalej software umožňuje export nameraných dát do csv formátu a možnosť rotácie a natáčania obrazu v ľubovoľnom smere.

Měření											
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Úhel alfa1 [°]	Úhel alfa2 [°]	Úhel alfa3 [°]	Úhel beta1 [°]	Úhel beta2 [°]	Úhel beta3 [°]	Hĺbka h1 [cm]	Hĺbka h2 [cm]	Hĺbka h3 [cm]
1	34.64	166.25	300.02	26.49	72.32	20.24	65.65	8.10	5.77	2.56	6.27
2	18.56	89.10	72.32	112.79	143.22	8.10	60.16	42.83	6.27	3.07	4.25
3	14.80	71.06	143.22	167.92	199.77	42.83	74.15	36.60	4.25	1.84	5.25
4	12.28	58.95	199.77	224.84	246.68	36.60	63.99	44.29	5.25	2.92	4.56
5	13.96	67.03	246.68	266.02	300.02	44.29	61.68	20.24	4.56	3.04	5.77

DC = 66.00 %

Export Zavřít



Obrázok 7-4 3D ukážka vyhodnotenia vybraných parametrov testovanej vzorky

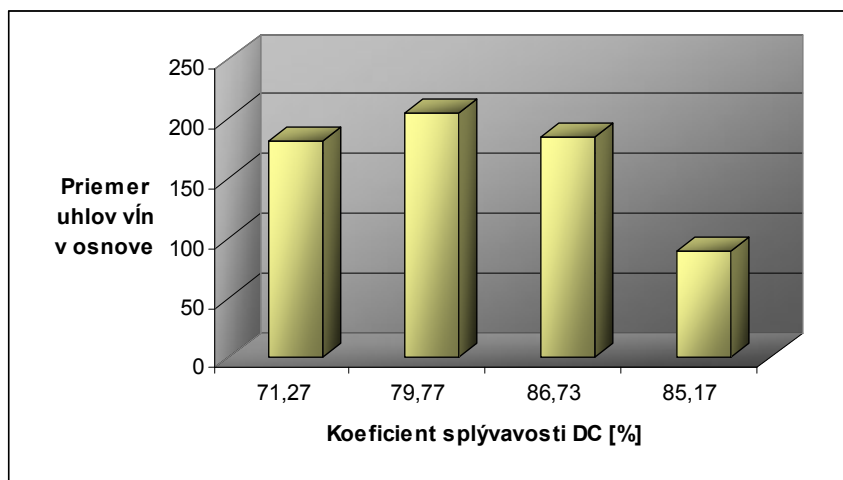
Pre analýzu vzťahu medzi vlastnosťami  $B$  (Ohybová tuhosť),  $G$  (Šmyková tuhosť) a danými uhlami (pod ktorými boli vytvorené vlny), boli použité vzorky materiálov plátnovej väzby. Priemer uhlov vln bol vypočítaný z vybraných uhlov v osnove v rozmedzí od  $75^\circ$  do  $105^\circ$  – od  $255^\circ$  do  $285^\circ$  a v útku v rozmedzí od  $165^\circ$  do  $195^\circ$  –  $345^\circ$  do  $15^\circ$ , (Tabuľka č.7-15). Korelačné koeficienty vykazovali, že medzi hodnotami  $B_u$ ,  $G_u$  a danými uhlami existuje nepriamy lineárny vzťah, (Tabuľka č.7-16).

Tabuľka č.7-15 Namerané dáta materiálov plátnovej väzby

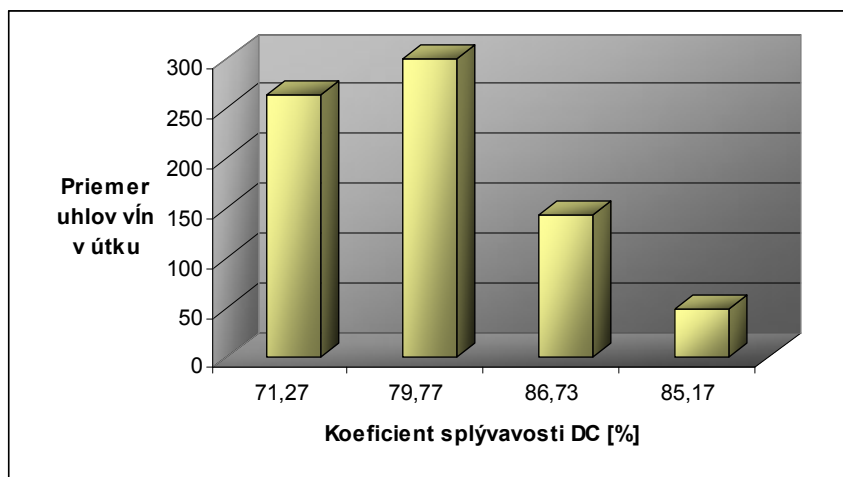
P.č.	$D_u$	DC	$B_o$	$B_u$	$G_o$	$G_u$	Priemer uhlov vln	
							osnova	útok
Materiál č.1	88	71,27	0,087	0,021	0,336	0,378	180,275	263,098
Materiál č.2	130	79,77	0,101	0,053	1,278	1,418	203,874	298,937
Materiál č.3	170	86,73	0,161	0,106	2,655	2,88	184,745	143,788
Materiál č.4	193	85,17	0,18	0,144	3,418	3,526	88,437	49,135

Tabuľka č.7-16 Korelačné koeficienty medzi  $B_o$ ,  $B_u$ ,  $G_o$ ,  $G_u$  – priemerom uhlov vln

	$B_o$	$B_u$	$G_o$	$G_u$	$DC_o$	$DC_u$
Priemer uhlov vln	-0,713	-0,931	-0,699	-0,897	-0,373	-0,710



Graf č.11 Vzťah medzi koeficientom splyvavosti DC a priemerom uhlov vln v osnove



Graf č.12 Vzťah medzi koeficientom splyvavosti DC a priemerom uhlov vln v útku

## 8. ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo analyzovať vplyv zmeny dostavy a väzby a ich mechanických vlastností na deformačné chovanie textílií, ktorý bol spôsobený vlastnou tiažou materiálu

Práca pozostávala z dvoch hlavných častí, z teoretickej a experimentálnej časti. V teoretickej časti boli charakterizované vplyvy štruktúrnych parametrov rezných textílií a ich mechanických vlastností na deformačné chovanie vybraných textílií a porovnávanie ťahových, šmykových a ohybových vlastností rezných textílií v smere dostavy a podľa väzby. V experimentálnej časti boli analyzované vplyvy zmeny dostavy a väzby na mechanické vlastnosti – ťah, šmyk, ohyb. Zisťovalo sa, či existuje nejaký vzťah medzi jednotlivými vlastnosťami a ich parametrami. Z analýzy vyplývalo, že najväčší vplyv mala zmena dostavy v útku na šmykové a ohybové vlastnosti, a z ťahových vlastností na LT (Ťahová linearita), RT (Ťahová pružnosť), teda to znamenalo existujúci lineárny vzťah. Naopak skoro žiadny vplyv sa neukázal pri EMT (Ťahová deformácia). Pri zmene väzby na jednotlivé vlastnosti materiálov sa zistilo, že najväčší lineárny vzťah vykazovali medzi sebou šmykové a ohybové vlastnosti. Pri analyzovaní vzťahu medzi koeficientom splývavosti DC a jednotlivými parametrami mechanických vlastností vykazovali korelačné koeficienty najväčšiu lineárnu závislosť medzi DC – 2HG (Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle  $0,5^\circ$ ) a 2HG5 (Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle  $5^\circ$ ).

Či existuje nejaký bližší vzťah medzi vlastnosťami daných materiálov a uhlami, pod ktorými vznikli vlny daných vzoriek materiálov za pomoci 3D zobrazenia, sa zisťoval vzťah medzi vybraným parametrom zo šmykových a ohybových vlastností, a to konkrétne B (Ohybová tuhosť) a G (Šmyková tuhosť). Neukázal sa tu však nejaký bližší lineárny vzťah.

Z analýzy všetkých vzťahov, či už pri zmene dostavy, väzby alebo medzi jednotlivými parametrami mechanických vlastností najväčší lineárny vzťah vykazovali šmykové a ohybové vlastnosti, i keď ťahové vlastnosti za nimi veľmi nezaostávali.

## 9. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] DOSTÁLOVÁ,M., KŘIVÁNKOVÁ,M.: *Základy textilní a oděvní výroby*, Technická univerzita v Liberci, 2004
- [2] HLOCH,S.,SODOMKA,L.,VALÍČEK,J.,RADVANSKÁ,A.: *Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií*, Vydavatelství Michala Vaška, Prešov, 2006
- [3] STANĚK,J.: *Nauka o textilních materiálech: Vlastnosti délkových a plošných textilií*, Liberec, 1988
- [4] SODOMKA,L.: *Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií*, Technická univerzita v Liberci, 2002
- [5] <http://sk.wikipedia.org/wiki/Deformace>
- [6] HU,J.: *Structure and Mechanics of Woven Fabrics*. Woodhed Publishing, Cambridge, 2004
- [7] HYBŠOVÁ,D.: *Hodnocení splývavosti pomocí obrazové analýzy*, Diplomová práce TUL, Liberec, 2001
- [8] SRNKOVÁ,Z.: *Analýza vlivu dostavy a vazby plošných textilií na jejich tahové, smykové a ohybové charakteristiky*, Bakalárska práca TUL, Liberec, 2006
- [9] NECKÁŘ,B.: *Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů*, Technická univerzita v Liberci
- [10] RŮŽIČKOVÁ,D.: *Oděvní materiály*, Technická univerzita v Liberci, 2003
- [11] <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT1dil.pdf>
- [12] [http://www.kod.vslib.cz/info\\_predmety/Om/cviceni/tah\\_kes1.pdf](http://www.kod.vslib.cz/info_predmety/Om/cviceni/tah_kes1.pdf)
- [13] [http://www.kod.vslib.cz/info\\_predmety/Om/cviceni/SMYK\\_KES1.pdf](http://www.kod.vslib.cz/info_predmety/Om/cviceni/SMYK_KES1.pdf)
- [14] [http://www.kod.vslib.cz/info\\_predmety/Om/cviceni/OHYB\\_KES2.pdf](http://www.kod.vslib.cz/info_predmety/Om/cviceni/OHYB_KES2.pdf)
- [15] [http://www.kod.vslib.cz/info\\_predmety/Om/cviceni/TLAK\\_KES3.pdf](http://www.kod.vslib.cz/info_predmety/Om/cviceni/TLAK_KES3.pdf)
- [16] [http://www.kod.vslib.cz/info\\_predmety/Om/cviceni/POVRCH\\_KES4.pdf](http://www.kod.vslib.cz/info_predmety/Om/cviceni/POVRCH_KES4.pdf)
- [17] <http://www.csiro.au/files/files/p92v.pdf>
- [18] PROVAZNÍKOVÁ,S.: *Hodnocení splývavosti textilií s využitím alternativních metodik*, Diplomová práce TUL, Liberec, 2007
- [19] ŠESTÁKOVÁ,M.: *Analýza vlivu švů na splývavost oděvních výrobků u obtížně zpracovatelných oděvních materiálů*, Diplomová práce TUL, Liberec, 2006

## Zoznam obrázkov, tabuliek a grafov

### Zoznam obrázkov

Obrázok 2-1 Teoretická predpoveď závislosti koeficientu splývavosti na ohybovej dĺžke za rozdielnych šmykových tuhostí .....	14
Obrázok 4-1 Ťahová krivka plošnej textílie .....	18
Obrázok 4-2 Porovnanie priečných rezov osnovy (warp) a útku (weft) .....	19
Obrázok 5-1 Prístroj na meranie ťahových a šmykových charakteristík .....	22
Obrázok 5-2 Prístroj na meranie ohybových charakteristík .....	24
Obrázok 5-3 Prístroj na meranie tlakových charakteristík .....	26
Obrázok 5-4 Prístroj na meranie povrchových charakteristík .....	28
Obrázok 7-1 Zariadenie pre snímanie 3D tvaru splývajúcej textílie.....	41
Obrázok 7-2 Zariadenie pre 3D skenovanie splývavosti.....	41
Obrázok 7-3 Obrázok 2D priemetu splývajúcej textílie, výpočet hodnoty DC pre 2D. ....	42
Obrázok 7-4 3D ukážka vyhodnotenia vybraných parametrov testovanej vzorky .....	43

### Zoznam tabuliek

Tabuľka č.5-1 Systém meracích prístrojov KES – FB .....	21
Tabuľka č.5-2 16 parametrov charakterizujúcich mechanické vlastnosti textílií .....	21
Tabuľka č.6-1 Usporiadanie FAST - systému .....	30
Tabuľka č.6-2 14 nameraných parametrov vo FAST systéme .....	30
Tabuľka č.7-1 Použité materiály a ich parametre .....	32
Tabuľka č.7-2 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami v útku.....	33
Tabuľka č.7-3 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami v osnove .....	33
Tabuľka č.7-4 Korelačné koeficienty medzi dostavou v útku a vlastnosťami z priemeru v smere osnovy a útku .....	34
Tabuľka č.7-5 Korelačné koeficient medzi ťahom v útku – šmykom v útku.....	36
Tabuľka č.7-6 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v útku .....	37
Tabuľka č.7-7 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v útku .....	38
Tabuľka č.7-8 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – šmykom v osnove.....	38
Tabuľka č.7-9 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v osnove .....	39
Tabuľka č.7-10 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v osnove .....	39



Tabuľka č.7-11 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – šmykom v osnove a útku	39
(priemer)	39
Tabuľka č.7-12 Korelačné koeficienty medzi ťahom v útku – ohybom v osnove a útku	40
(priemer)	40
Tabuľka č.7-13 Korelačné koeficienty medzi šmykom v útku – ohybom v osnove a útku	40
(priemer)	40
Tabuľka č.7-14 Korelačné koeficienty medzi DC – ťahom – šmykom – ohybom	43
Tabuľka č.7-15 Namerané dáta materiálov plátrovej väzby	44
Tabuľka č.7-16 Korelačné koeficienty medzi $B_o$ , $B_u$ , $G_o$ , $G_u$ – priemerom uhlov vln	44

### Zoznam grafov

Graf č.1 Krivka namáhania v ťahu	22
Graf č.2 Krivka namáhania v šmyku	23
Graf č.3 Krivka namáhania v ohybe	25
Graf č.4 Krivka namáhania v tlaku	26
Graf č.5 Krivka merania povrchových vlností	28
Graf č.6 Šmyková tuhosť [N/m.degree]	35
Graf č.7 Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]	35
Graf č.8 Ťahová pružnosť [%]	35
Graf č.9 Korelačný koeficient $R = 0,999$ pre vzťah medzi LT – 2HG	37
Graf č.10 Korelačný koeficient $R = -1,000$ pre vzťah medzi EMT – 2HG5	37
Graf č.11 Vzťah medzi koeficientom splývavosti DC a priemerom uhlov vln v osnove	44
Graf č.12 Vzťah medzi koeficientom splývavosti DC a priemerom uhlov vln v útku	45

## **Príloha 1**

Tabuľka č.1 Použité materiály a ich parametre

P.č.	Materiál	Hmotnosť textílie[tex]	Väzba	Dostava [n/10cm]	
				D <sub>o</sub>	D <sub>ú</sub>
1,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	88
2,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	130
3,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	170
4,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	193
5,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/2	218	203
6,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/5	218	218
7,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 2/4	218	203
8,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 1/5	218	218
9,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 2/4	218	218
10,	SPOLSIN – rezná – 100% CO	29,5	atlas 1/5	212	212
11,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 2/4	212	212
12,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 5/1	212	212

Tabuľka č.2 Hodnoty namerané v ťahu v smere osnovy

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]
	LT	WT	RT	EMT
Materiál č. 1	0,696	8,368	51,605	4,830
Materiál č. 2	0,752	10,730	48,973	5,774
Materiál č. 3	0,855	10,658	49,688	5,203
Materiál č. 4	0,885	11,053	48,943	5,263
Materiál č. 5	0,862	9,285	48,585	4,197
Materiál č. 6	0,724	8,295	45,463	4,583
Materiál č. 7	0,677	7,583	45,583	4,535
Materiál č. 8	0,766	6,980	49,162	3,718
Materiál č. 9	0,817	6,143	51,545	3,018
Materiál č. 10	0,912	3,804	66,792	1,704
Materiál č. 11	0,888	3,513	66,527	1,620
Materiál č. 12	0,834	3,790	67,787	1,863

Tabuľka č.3 Hodnoty namerané v ťahu v smere útku

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]
	LT	WT	RT	EMT
Materiál č. 1	0,737	8,358	58,313	4,588
Materiál č. 2	0,762	8,476	54,978	4,460
Materiál č. 3	0,844	9,848	50,598	4,612
Materiál č. 4	0,889	9,687	49,962	4,375
Materiál č. 5	0,782	10,896	45,910	5,570
Materiál č. 6	0,600	10,953	45,418	7,498
Materiál č. 7	0,581	10,046	46,353	7,337
Materiál č. 8	0,651	9,683	47,678	6,093
Materiál č. 9	0,621	12,592	43,650	8,344
Materiál č. 10	0,646	7,734	53,114	4,882
Materiál č. 11	0,606	8,510	53,023	5,733
Materiál č. 12	0,627	6,467	56,333	4,210

Tabuľka č.4 Hodnoty namerané v ťahu – priemer (osnova + útok)

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]
	LT	WT	RT	EMT
Materiál č. 1	0,717	8,363	54,959	4,709
Materiál č. 2	0,757	9,603	51,976	5,117
Materiál č. 3	0,850	10,253	50,143	4,908
Materiál č. 4	0,887	10,370	49,453	4,819
Materiál č. 5	0,822	10,091	47,248	4,884
Materiál č. 6	0,662	9,624	45,441	6,041
Materiál č. 7	0,629	8,815	45,968	5,936
Materiál č. 8	0,709	8,332	48,420	4,906
Materiál č. 9	0,719	9,368	47,598	5,681
Materiál č. 10	0,779	5,769	59,953	3,293
Materiál č. 11	0,747	6,012	59,775	3,677
Materiál č. 12	0,731	5,129	62,060	3,037

Tabuľka č.5 Hodnoty namerané v šmyku v smere osnovy

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	G	2HG	2HG5
Materiál č. 1	0,336	1,200	1,326
Materiál č. 2	1,278	6,293	6,795
Materiál č. 3	2,655	16,048	9,648
Materiál č. 4	3,418	14,695	10,743
Materiál č. 5	2,103	11,610	10,080
Materiál č. 6	0,502	1,834	2,186
Materiál č. 7	0,453	1,460	1,835
Materiál č. 8	0,362	1,042	1,284
Materiál č. 9	0,428	1,408	1,735
Materiál č. 10	0,376	0,384	0,642
Materiál č. 11	0,460	0,760	0,983
Materiál č. 12	0,313	0,637	0,760

Tabuľka č.6 Hodnoty namerané v šmyku v smere útku

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	G	2HG	2HG5
Materiál č. 1	0,378	0,765	1,087
Materiál č. 2	1,418	6,178	7,535
Materiál č. 3	2,880	15,640	10,250
Materiál č. 4	3,526	18,947	10,745
Materiál č. 5	2,468	12,010	10,303
Materiál č. 6	0,526	2,120	2,394
Materiál č. 7	0,724	1,745	2,895
Materiál č. 8	0,382	1,068	1,375
Materiál č. 9	0,438	1,686	2,168
Materiál č. 10	0,374	0,420	0,700
Materiál č. 11	0,377	0,817	1,030
Materiál č. 12	0,333	0,673	0,813

Tabuľka č.7 Hodnoty namerané v šmyku – priemer (osnova + útok)

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	G	2HG	2HG5
Materiál č. 1	0,357	0,983	1,207
Materiál č. 2	1,348	6,236	7,165
Materiál č. 3	2,768	15,844	9,949
Materiál č. 4	3,472	16,821	10,744
Materiál č. 5	2,286	11,810	10,192
Materiál č. 6	0,514	1,977	2,290
Materiál č. 7	0,589	1,603	2,365
Materiál č. 8	0,372	1,055	1,330
Materiál č. 9	0,433	1,547	1,952
Materiál č. 10	0,375	0,402	0,671
Materiál č. 11	0,419	0,789	1,007
Materiál č. 12	0,323	0,655	0,787

Tabuľka č.8 Hodnoty namerané v ohybe v smere osnovy

P.č.	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	B	2HB
Materiál č. 1	0,087	0,211
Materiál č. 2	0,101	0,267
Materiál č. 3	0,161	0,444
Materiál č. 4	0,180	0,496
Materiál č. 5	0,125	0,411
Materiál č. 6	0,094	0,244
Materiál č. 7	0,118	0,333
Materiál č. 8	0,097	0,237
Materiál č. 9	0,097	0,244
Materiál č. 10	0,671	0,825
Materiál č. 11	0,291	0,352
Materiál č. 12	0,360	0,394

Tabuľka č.9 Hodnoty namerané v ohybe v smere útku

P.č.	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	B	2HB
Materiál č. 1	0,021	0,050
Materiál č. 2	0,053	0,153
Materiál č. 3	0,106	0,275
Materiál č. 4	0,144	0,385
Materiál č. 5	0,086	0,255
Materiál č. 6	0,053	0,113
Materiál č. 7	0,051	0,109
Materiál č. 8	0,048	0,097
Materiál č. 9	0,062	0,144
Materiál č. 10	0,051	0,044
Materiál č. 11	0,055	0,053
Materiál č. 12	0,051	0,048

Tabuľka č.10 Hodnoty namerané v ohybe – priemer (osnova + útok)

P.č.	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	B	2HB
Materiál č. 1	0,054	0,131
Materiál č. 2	0,077	0,210
Materiál č. 3	0,134	0,360
Materiál č. 4	0,162	0,441
Materiál č. 5	0,106	0,333
Materiál č. 6	0,074	0,179
Materiál č. 7	0,085	0,221
Materiál č. 8	0,073	0,167
Materiál č. 9	0,080	0,194
Materiál č. 10	0,361	0,435
Materiál č. 11	0,173	0,203
Materiál č. 12	0,206	0,021

## **Príloha 2**

Tabuľka č.11 Vplyv zmeny väzby na ťahové, šmykové a ohybové vlastnosti

P.č.	Materiál	Hmotnosť textílie[ <i>tex</i> ]	Väzba	Dostava [ <i>n/10cm</i> ]	
				D <sub>o</sub>	D <sub>ú</sub>
<b>1) Skupina materiálov plátrovej väzby</b>					
1,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	88
2,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	130
3,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	170
4,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	plátno	218	193
<b>2) Skupina materiálov keprovej väzby</b>					
5,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/2	218	203
6,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 1/5	218	218
7,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	keper 2/4	218	203
<b>3) Skupina materiálov atlasovej väzby</b>					
8,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 1/5	218	218
9,	SPOLSIN – rezná – 100% PP	29,5	atlas 2/4	218	218
10,	SPOLSIN – rezná – 100% CO	29,5	atlas 1/5	212	212
11,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 2/4	212	212
12,	SPOLSIN – 100% CO	29,5	atlas 5/1	212	212

Tabuľka č.12 Ťah v útku – Šmyk v útku

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5
<b>1)</b>							
1,	0,737	8,358	58,313	4,588	0,378	0,765	1,087
2,	0,762	8,476	54,978	4,460	1,418	6,178	7,535
3,	0,844	9,848	50,598	4,612	2,880	15,640	10,250
4,	0,889	9,687	49,962	4,375	3,526	18,947	10,745
<b>2)</b>							
5,	0,782	10,896	45,910	5,570	2,468	12,010	10,303
6,	0,600	10,953	45,418	7,498	0,526	2,120	2,394
7,	0,581	10,046	46,353	7,337	0,724	1,745	2,895
<b>3)</b>							
8,	0,651	9,683	47,678	6,093	0,382	1,068	1,375
9,	0,621	12,592	43,650	8,344	0,438	1,686	2,168
10,	0,646	7,734	53,114	4,882	0,374	0,420	0,700
11,	0,606	8,510	53,023	5,733	0,377	0,817	1,030
12,	0,627	6,467	56,333	4,210	0,333	0,673	0,813



Tabuľka č.13 Ťah v útku – Ohyb v útku

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	LT	WT	RT	EMT	B	2HB
<b>1)</b>						
1,	0,737	8,358	58,313	4,588	0,021	0,050
2,	0,762	8,476	54,978	4,460	0,053	0,153
3,	0,844	9,848	50,598	4,612	0,106	0,275
4,	0,889	9,687	49,962	4,375	0,144	0,385
<b>2)</b>						
5,	0,782	10,896	45,910	5,570	0,086	0,255
6,	0,600	10,953	45,418	7,498	0,053	0,113
7,	0,581	10,046	46,353	7,337	0,051	0,109
<b>3)</b>						
8,	0,651	9,683	47,678	6,093	0,048	0,097
9,	0,621	12,592	43,650	8,344	0,062	0,144
10,	0,646	7,734	53,114	4,882	0,051	0,044
11,	0,606	8,510	53,023	5,733	0,055	0,053
12,	0,627	6,467	56,333	4,210	0,051	0,048

Tabuľka č.14 Šmyk v útku – Ohyb v útku

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	G	2HG	2HG5	B	2HB
<b>1)</b>					
	0,378	0,765	1,087	0,021	0,050
	1,418	6,178	7,535	0,053	0,153
	2,880	15,640	10,250	0,106	0,275
	3,526	18,947	10,745	0,144	0,385
<b>2)</b>					
	2,468	12,010	10,303	0,086	0,255
	0,526	2,120	2,394	0,053	0,113
	0,724	1,745	2,895	0,051	0,109
<b>3)</b>					
	0,382	1,068	1,375	0,048	0,097
	0,438	1,686	2,168	0,062	0,144
	0,374	0,420	0,700	0,051	0,044
	0,377	0,817	1,030	0,055	0,053
	0,333	0,673	0,813	0,051	0,048

Tabuľka č.15 Ťah v útku – Šmyk v osnove

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5
<b>1)</b>							
1,	0,696	8,368	51,605	4,830	0,336	1,200	1,326
2,	0,752	10,730	48,973	5,774	1,278	6,293	6,795
3,	0,855	10,658	49,688	5,203	2,655	16,048	9,648
4,	0,885	11,053	48,943	5,263	3,418	14,695	10,743
<b>2)</b>							
5,	0,862	9,285	48,585	4,197	2,103	11,610	10,080
6,	0,724	8,295	45,463	4,583	0,502	1,834	2,186
7,	0,677	7,583	45,583	4,535	0,453	1,460	1,835
<b>3)</b>							
8,	0,766	6,980	49,162	3,718	0,362	1,042	1,284
9,	0,817	6,143	51,545	3,018	0,428	1,408	1,735
10,	0,912	3,804	66,792	1,704	0,376	0,384	0,642
11,	0,888	3,513	66,527	1,620	0,460	0,760	0,983
12,	0,834	3,790	67,787	1,863	0,313	0,637	0,760

Tabuľka č.16 Ťah v útku – Ohyb v osnove

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	LT	WT	RT	EMT	B	2HB
<b>1)</b>						
1,	0,696	8,368	51,605	4,830	0,087	0,211
2,	0,752	10,730	48,973	5,774	0,101	0,267
3,	0,855	10,658	49,688	5,203	0,161	0,444
4,	0,885	11,053	48,943	5,263	0,180	0,496
<b>2)</b>						
5,	0,862	9,285	48,585	4,197	0,125	0,411
6,	0,724	8,295	45,463	4,583	0,094	0,244
7,	0,677	7,583	45,583	4,535	0,118	0,333
<b>3)</b>						
8,	0,766	6,980	49,162	3,718	0,097	0,237
9,	0,817	6,143	51,545	3,018	0,097	0,244
10,	0,912	3,804	66,792	1,704	0,671	0,825
11,	0,888	3,513	66,527	1,620	0,291	0,352
12,	0,834	3,790	67,787	1,863	0,360	0,394

Tabuľka č.17 Šmyk v útku – Ohyb v osnove

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]	Ohybová tuhosť [N.m²/m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	G	2HG	2HG5	B	2HB
<b>1)</b>					
	0,336	1,200	1,326	0,087	0,211
	1,278	6,293	6,795	0,101	0,267
	2,655	16,048	9,648	0,161	0,444
	3,418	14,695	10,743	0,180	0,496
<b>2)</b>					
	2,103	11,610	10,080	0,125	0,411
	0,502	1,834	2,186	0,094	0,244
	0,453	1,460	1,835	0,118	0,333
<b>3)</b>					
	0,362	1,042	1,284	0,097	0,237
	0,428	1,408	1,735	0,097	0,244
	0,376	0,384	0,642	0,671	0,825
	0,460	0,760	0,983	0,291	0,352
	0,313	0,637	0,760	0,360	0,394

Tabuľka č.18 Ťah v útku – Šmyk v osnove a útku (priemer)

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m²]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]
	LT	WT	RT	EMT	G	2HG	2HG5
<b>1)</b>							
1,	0,717	8,363	54,959	4,709	0,357	0,983	1,207
2,	0,757	9,603	51,976	5,117	1,348	6,236	7,165
3,	0,850	10,253	50,143	4,908	2,768	15,844	9,949
4,	0,887	10,370	49,453	4,819	3,472	16,821	10,744
<b>2)</b>							
5,	0,822	10,091	47,248	4,884	2,286	11,810	10,192
6,	0,662	9,624	45,441	6,041	0,514	1,977	2,290
7,	0,629	8,815	45,968	5,936	0,589	1,603	2,365
<b>3)</b>							
8,	0,709	8,332	48,420	4,906	0,372	1,055	1,330
9,	0,719	9,368	47,598	5,681	0,433	1,547	1,952
10,	0,779	5,769	59,953	3,293	0,375	0,402	0,671
11,	0,747	6,012	59,775	3,677	0,419	0,789	1,007
12,	0,731	5,129	62,060	3,037	0,323	0,655	0,787

Tabuľka č.19 Ťah v útku – Ohyb v osnove a útku (priemer)

P.č.	Ťahová linearita [-]	Ťahová energia [N.m/m <sup>2</sup> ]	Ťahová pružnosť [%]	Ťahová deformácia [%]	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	LT	WT	RT	EMT	B	2HB
<b>1)</b>						
1,	0,717	8,363	54,959	4,709	0,054	0,131
2,	0,757	9,603	51,976	5,117	0,077	0,210
3,	0,850	10,253	50,143	4,908	0,134	0,360
4,	0,887	10,370	49,453	4,819	0,162	0,441
<b>2)</b>						
5,	0,822	10,091	47,248	4,884	0,106	0,333
6,	0,662	9,624	45,441	6,041	0,074	0,179
7,	0,629	8,815	45,968	5,936	0,085	0,221
<b>3)</b>						
8,	0,709	8,332	48,420	4,906	0,073	0,167
9,	0,719	9,368	47,598	5,681	0,080	0,194
10,	0,779	5,769	59,953	3,293	0,361	0,435
11,	0,747	6,012	59,775	3,677	0,173	0,203
12,	0,731	5,129	62,060	3,037	0,206	0,021

Tabuľka č.20 Šmyk v útku – Ohyb v osnove a útku (priemer)

P.č.	Šmyková tuhosť [N/m.degree]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]	Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]	Ohybová tuhosť [N.m <sup>2</sup> /m]	Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]
	G	2HG	2HG5	B	2HB
<b>1)</b>					
	0,357	0,983	1,207	0,054	0,131
	1,348	6,236	7,165	0,077	0,210
	2,768	15,844	9,949	0,134	0,360
	3,472	16,821	10,744	0,162	0,441
<b>2)</b>					
	2,286	11,810	10,192	0,106	0,333
	0,514	1,977	2,290	0,074	0,179
	0,589	1,603	2,365	0,085	0,221
<b>3)</b>					
	0,372	1,055	1,330	0,073	0,167
	0,433	1,547	1,952	0,080	0,194
	0,375	0,402	0,671	0,361	0,435
	0,419	0,789	1,007	0,173	0,203
	0,323	0,655	0,787	0,206	0,021

Tabuľka č.21 Nameraný koeficient splývavosti DC podľa Lucie a Scan2d

P.č.	Väzba	Hmotnosť textílie [tex]	Dostava [n/10cm]		Koeficient splývavosti DC [%]	
			D <sub>o</sub>	D <sub>ú</sub>	Lucia	2D
<b>Materiál č.1</b>	keper 2/4	29,5	218	203		
Vzorka č.1					64,71	67,80
Vzorka č.2					62,04	67,80
Vzorka č.3					61,02	71,50
Vzorka č.4					63,43	-
Vzorka č.5					60,77	-
<b>Materiál č.2</b>	atlas 1/5	29,5	218	2,8		
Vzorka č.1					62,99	73,20
Vzorka č.2					63,95	68,00
Vzorka č.3					62,51	71,10
Vzorka č.4					61,56	-
Vzorka č.5					62,17	-
<b>Materiál č.3</b>	keper 1/5	29,5	218	218		
Vzorka č.1					63,35	70,80
Vzorka č.2					64,02	68,90
Vzorka č.3					63,02	75,80
Vzorka č.4					60,21	-
Vzorka č.5					61,77	-
<b>Materiál č.4</b>	atlas 2/4	29,5	218	218		
Vzorka č.1					61,32	70,90
Vzorka č.2					63,84	71,60
Vzorka č.3					62,96	73,20
Vzorka č.4					61,96	-
Vzorka č.5					67,97	-
<b>Materiál č.5</b>	plátno	29,5	218	170		
Vzorka č.1					55,63	83,80
Vzorka č.2					54,85	91,60
Vzorka č.3					55,01	84,80
Vzorka č.4					55,19	-
Vzorka č.5					55,33	-
<b>Materiál č.6</b>	plátno	29,5	218	88		
Vzorka č.1					65,51	72,90
Vzorka č.2					65,33	72,10
Vzorka č.3					65,95	68,80
Vzorka č.4					61,31	-
Vzorka č.5					63,53	-
<b>Materiál č.7</b>	plátno	29,5	218	130		
Vzorka č.1					55,99	80,20
Vzorka č.2					57,61	77,60
Vzorka č.3					58,05	81,50
Vzorka č.4					56,45	-
Vzorka č.5					60,88	-
<b>Materiál č.8</b>	plátno	29,5	218	193		
Vzorka č.1					54,50	86,50
Vzorka č.2					53,82	86,80
Vzorka č.3					55,08	82,20
Vzorka č.4					55,02	-
Vzorka č.5					54,57	-

Tabuľka č.22 Materiál č.1 – Keper 2/4

Tabuľka č.22/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 67,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	19,96	95,83	23,65	71,26	99,91
2	27,09	130,01	99,91	121,75	203,37
3	12,28	58,94	203,37	235,61	250,27
4	15,38	73,81	250,27	278,57	309,01
5	19,54	93,80	309,01	339,07	23,65

Tabuľka č.22/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 67,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	21,14	97,24	25,29	73,27	101,12
2	26,97	118,55	101,12	126,45	205,39
3	16,18	62,54	205,39	238,63	252,14
4	17,67	71,13	252,14	281,07	311,58
5	20,98	94,28	311,58	341,17	25,29

Tabuľka č.22/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 71,5%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	21,84	104,84	27,20	74,11	110,63
2	25,40	121,92	110,63	149,29	207,65
3	29,06	139,49	207,65	272,82	318,65
4	17,95	86,14	318,65	339,78	27,20

Tabuľka č.23 Materiál č.2 – Atlas 1/5

Tabuľka č.23/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 73,2%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	19,22	92,24	12,53	59,44	85,93
2	33,56	161,09	85,93	123,53	214,12
3	10,59	50,84	214,12	252,80	254,58
4	7,87	37,79	254,58	269,98	284,65
5	6,28	30,15	284,65	295,76	308,64
6	16,73	80,29	308,64	320,46	12,53

Tabuľka č.23/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 68,0%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	14,44	69,32	31,85	66,96	87,01
2	20,34	97,62	87,01	122,80	164,69
3	15,19	72,91	164,69	200,50	222,71
4	20,15	96,72	222,71	267,46	299,68
5	24,13	115,82	299,68	327,96	31,85

Tabuľka č.23/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 71,1%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	14,91	71,57	6,07	49,04	63,02
2	14,34	68,81	63,02	93,08	117,78
3	21,38	102,60	117,78	142,48	199,43
4	19,68	94,47	199,43	249,91	274,61
5	23,94	114,93	274,61	306,83	6,07

Tabuľka č.24 Materiál č.3 – Keper 1/5

Tabuľka č.24/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 70,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	19,45	93,34	331,55	11,82	45,83
2	13,59	65,24	45,83	81,28	97,75
3	20,72	99,44	97,75	125,32	176,88
4	13,40	64,33	176,88	203,37	228,07
5	27,09	130,04	228,07	272,11	331,55

Tabuľka č.24/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 68,9%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	26,67	128,01	345,14	40,10	87,01
2	28,77	138,10	87,01	119,94	196,91
3	13,69	65,71	196,91	235,22	249,20
4	25,12	120,56	249,20	273,90	345,14

Tabuľka č.24/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 75,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	19,82	95,15	344,43	30,06	60,15
2	14,62	70,17	60,15	104,17	115,99
3	23,34	112,05	115,99	136,41	205,16
4	12,46	59,83	205,16	242,74	252,77
5	24,00	115,18	252,77	299,31	344,43

Tabuľka č.25 Materiál č.4 – Atlas 2/4

Tabuľka č.25/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 70,9%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	15,84	76,05	35,45	71,98	95,97
2	26,62	127,76	95,97	122,46	197,64
3	21,84	104,84	197,64	251,70	281,07
4	11,06	53,07	281,07	299,34	323,30
5	18,89	90,67	323,30	354,47	35,45

Tabuľka č.25/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 71,6%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	22,88	109,80	25,41	103,48	112,79
2	16,03	76,93	112,79	128,19	174,01
3	18,28	87,75	174,01	212,67	243,84
4	16,30	78,26	243,84	278,55	306,12
5	20,76	99,64	306,12	324,38	25,41

Tabuľka č.25/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 73,2%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	21,04	101,00	348,01	46,17	68,38
2	24,00	115,18	68,38	93,08	160,04
3	14,90	71,53	160,04	194,78	216,96
4	34,31	164,68	216,96	283,57	348,01
5	20,76	99,64	306,12	324,38	25,41



Tabuľka č.26 Materiál č.5 – Plátno ( $D_u = 170$ )

Tabuľka č.26/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 83,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	20,43	98,08	171,15	218,06	249,20
2	24,00	115,18	68,38	93,08	160,04
3	14,90	71,53	160,04	194,78	216,96
4	34,31	164,68	216,96	283,57	348,01
5	20,76	99,64	306,12	324,38	25,41

Tabuľka č.26/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 91,6%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	16,73	80,30	340,49	24,34	44,39
2	16,12	77,40	44,39	65,51	105,98
3	25,87	124,17	105,98	124,24	204,79
4	35,53	170,53	204,79	302,18	340,49
5	20,76	99,64	306,12	324,38	25,41

Tabuľka č.26/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 84,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	25,21	121,03	2,50	84,14	98,81
2	27,28	130,93	98,81	127,82	203,00
3	41,76	200,43	203,00	278,19	2,50
4	35,53	170,53	204,79	302,18	340,49

Tabuľka č.27 Materiál č.6 – Plátno ( $D_u = 88$ )

Tabuľka č.27/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 72,9%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	20,34	97,64	35,43	70,16	113,13
2	19,03	91,34	113,13	136,04	185,82
3	14,15	67,92	185,82	223,42	239,87
4	16,03	76,94	239,87	258,13	301,10
5	24,70	118,54	301,10	324,01	35,43

Tabuľka č.27/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 72,1%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	19,35	92,90	346,22	39,02	60,15
2	6,28	30,15	60,15	79,49	84,14
3	12,18	58,48	84,14	99,54	130,68
4	23,81	114,29	130,68	168,29	221,63
5	32,62	156,56	221,63	302,18	346,22

Tabuľka č.27/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 68,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	30,70	147,37	337,99	42,97	95,26
2	9,56	45,87	95,26	116,38	131,76
3	19,22	92,26	131,76	153,96	205,18
4	34,77	166,89	205,18	283,94	337,99
5	32,62	156,56	221,63	302,18	346,22

Tabuľka č.28 Materiál č.7 – Plátno ( $D_u = 130$ )

Tabuľka č.28/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 80,2%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	45,13	216,61	348,74	122,46	161,11
2	12,94	62,12	161,11	187,63	210,54
3	36,18	173,67	210,54	290,38	348,74
4	34,77	166,89	205,18	283,94	337,99
5	32,62	156,56	221,63	302,18	346,22

Tabuľka č.28/2

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 77,6%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	44,09	211,66	349,11	92,37	157,54
2	28,31	135,88	157,54	213,41	265,67
3	21,84	104,85	265,67	274,98	349,11
4	34,77	166,89	205,18	283,94	94,337

Tabuľka č.28/3

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 68,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	20,10	96,50	356,97	65,51	73,76
2	9,37	44,99	73,76	84,14	109,56
3	16,59	79,65	109,56	131,76	172,94
4	14,90	71,53	172,94	213,04	229,86
5	33,28	159,73	229,86	288,22	356,97

Tabuľka č.29 Materiál č.8 – Plátno ( $D_u = 193$ )

Tabuľka č.29/1

Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.1 DC = 86,5%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	20,62	99,00	5,36	76,63	84,14
2	27,55	132,26	169,36	236,32	274,61
3	23,76	114,04	274,61	291,09	5,36

Tabuľka č.29/2

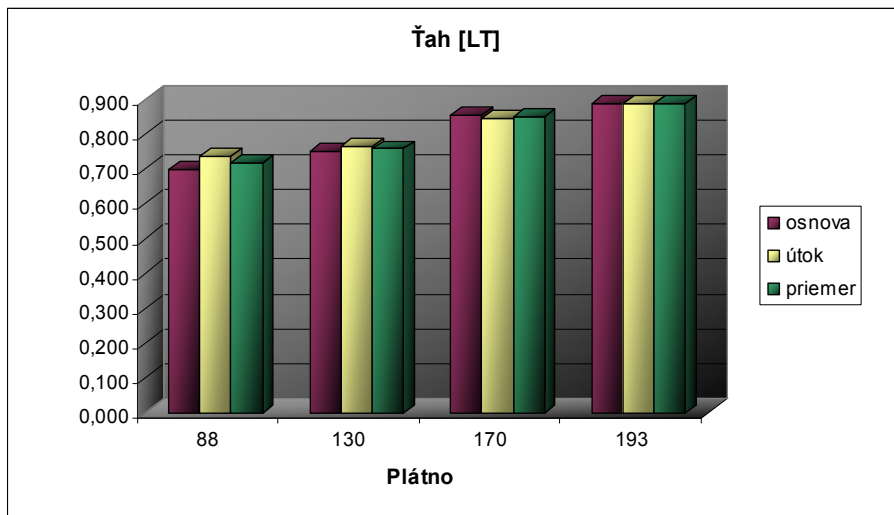
Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.2 DC = 86,8%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	28,87	138,56	6,81	98,46	117,07
2	22,31	107,09	117,07	137,12	202,29
3	43,07	206,74	202,29	292,16	6,81

Tabuľka č.29/3

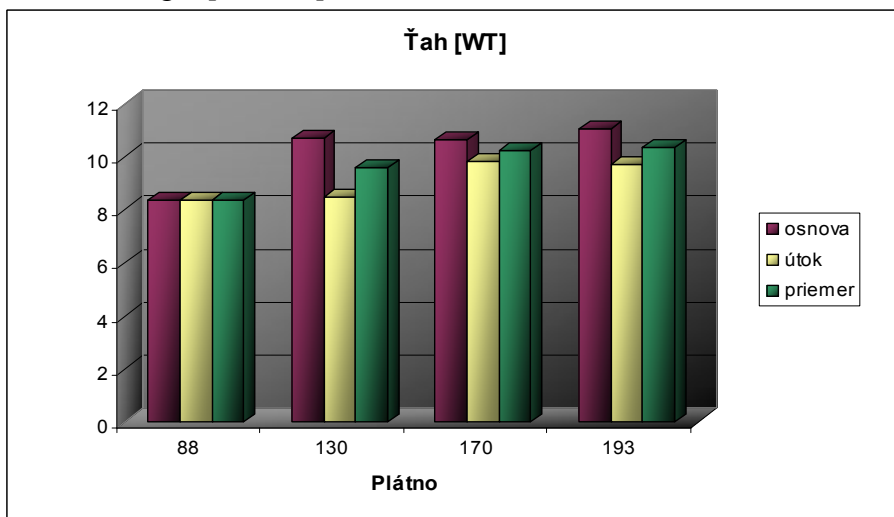
Namerané dáta 3D zobrazenia					
Vzorka č.3 DC = 82,2%					
Vlna	Obvod [cm]	Plocha [cm <sup>2</sup> ]	Uhol alfa1 [°]	Uhol alfa2 [°]	Uhol alfa3
1	37,69	180,89	7,86	90,22	151,81
2	17,72	85,04	151,81	183,66	219,48
3	38,85	186,46	219,48	248,12	7,86

## **Príloha 3**

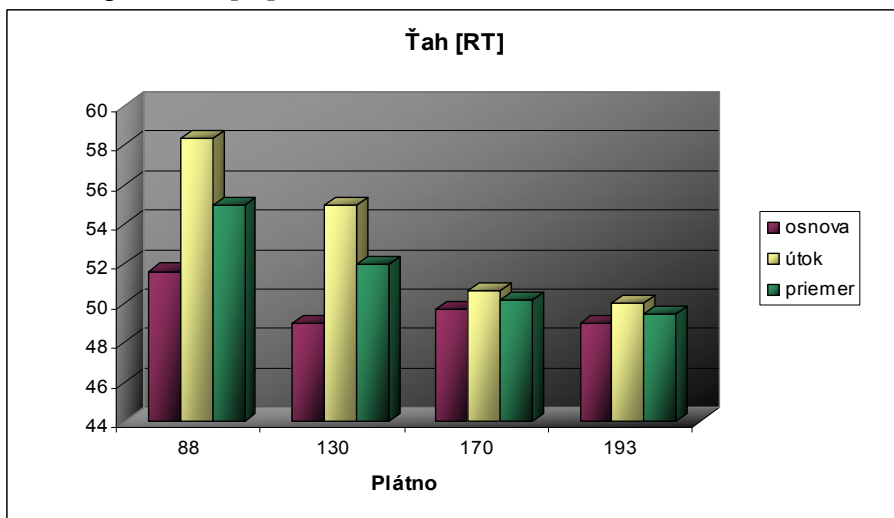
Graf č.1 Ťahová linearita [-] **PLÁTNO**



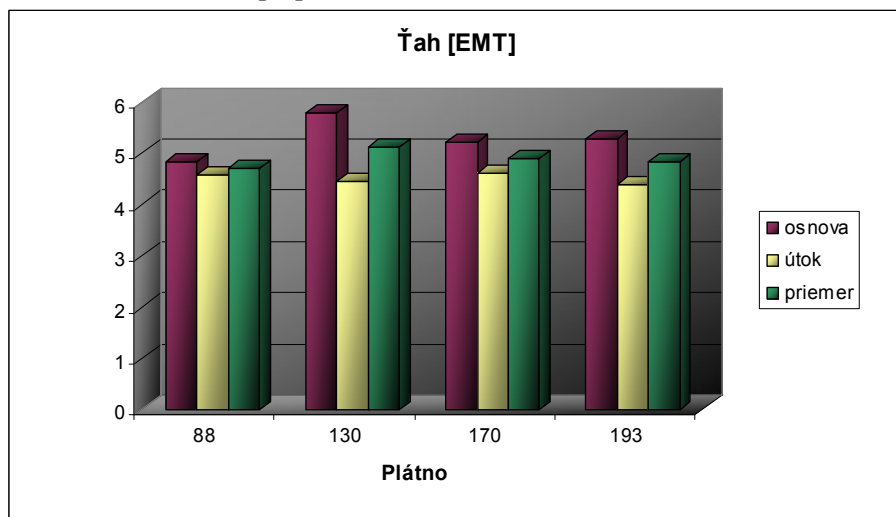
Graf č.2 Ťahová energia [N.m/m<sup>2</sup>]



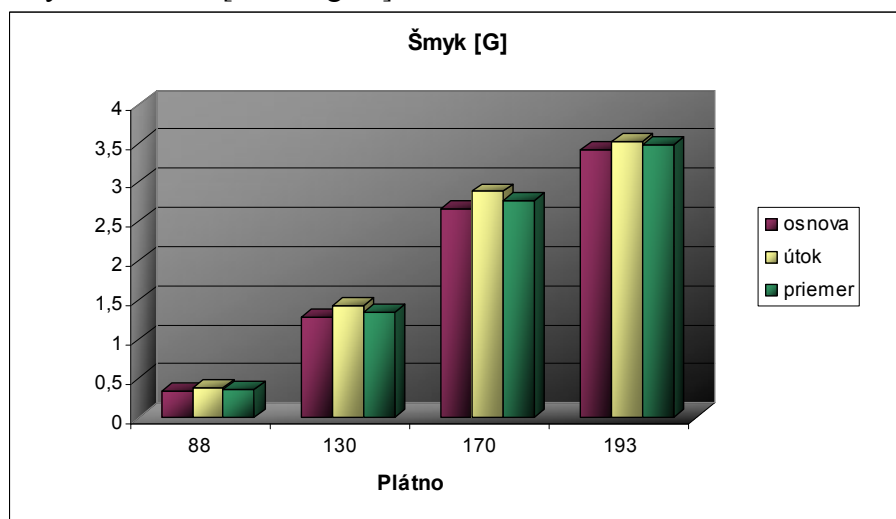
Graf č.3 Ťahová pružnosť [%]



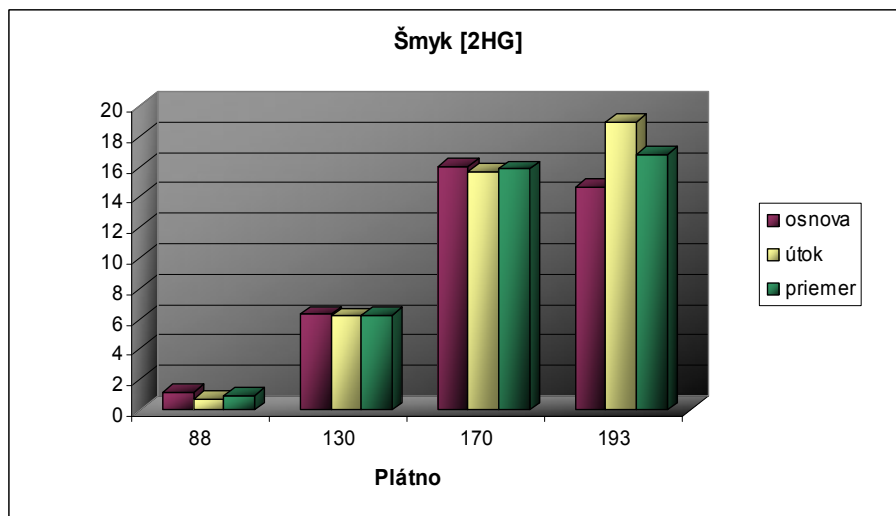
Graf č.4 Ťahová deformácia [%]



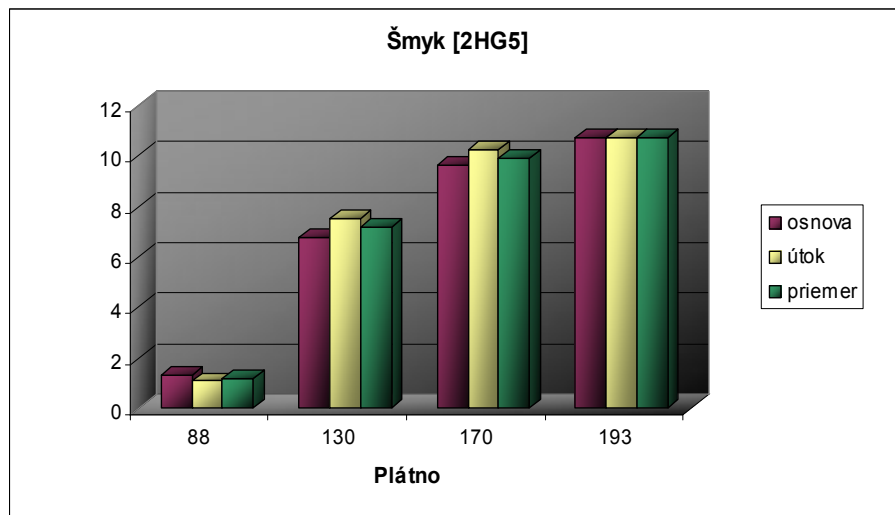
Graf č.5 Šmyková tuhosť [N/m.degree]



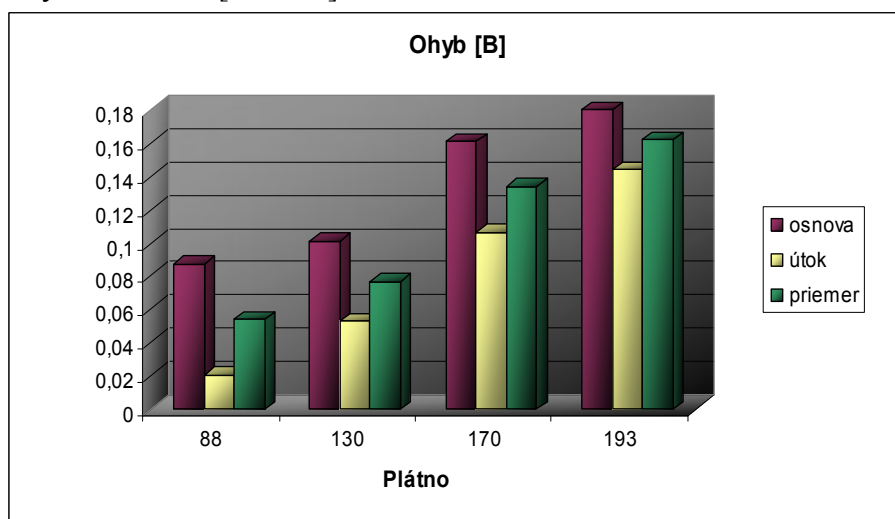
Graf č.6 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]



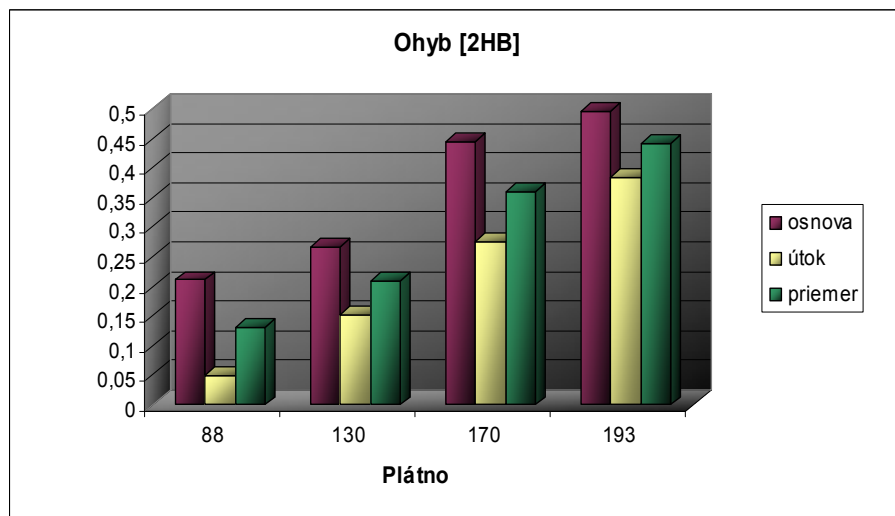
Graf č.7 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]



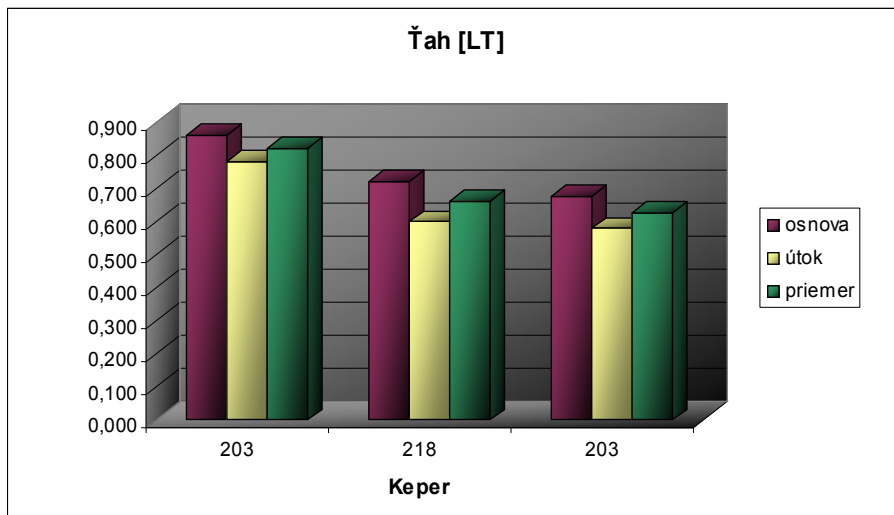
Graf č.8 Ohybová tuhosť [N.m<sup>2</sup>/m]



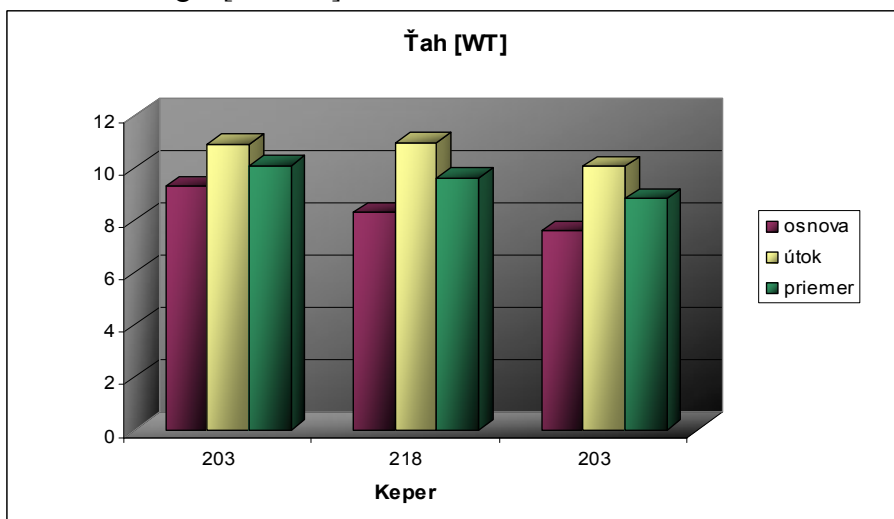
Graf č.9 Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]



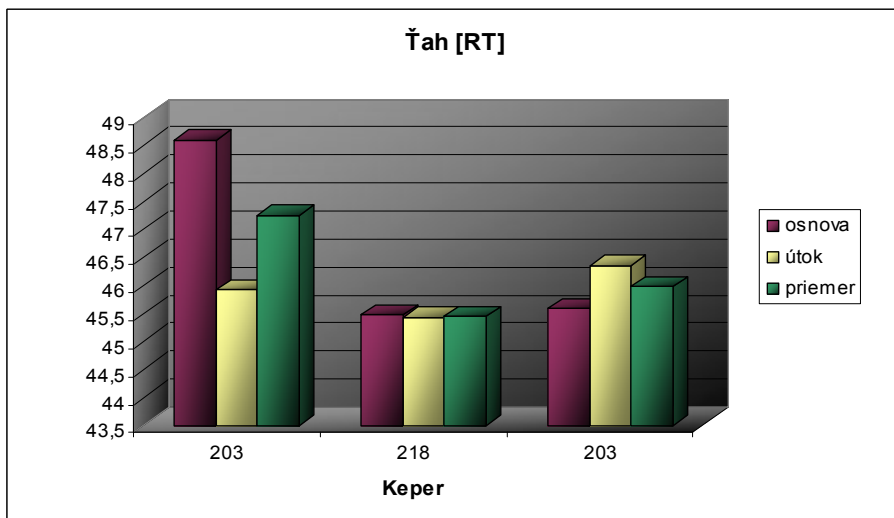
Graf č.10 Ťahová linearita [-] KEPER



Graf č.11 Ťahová energia [N.m/m<sup>2</sup>]

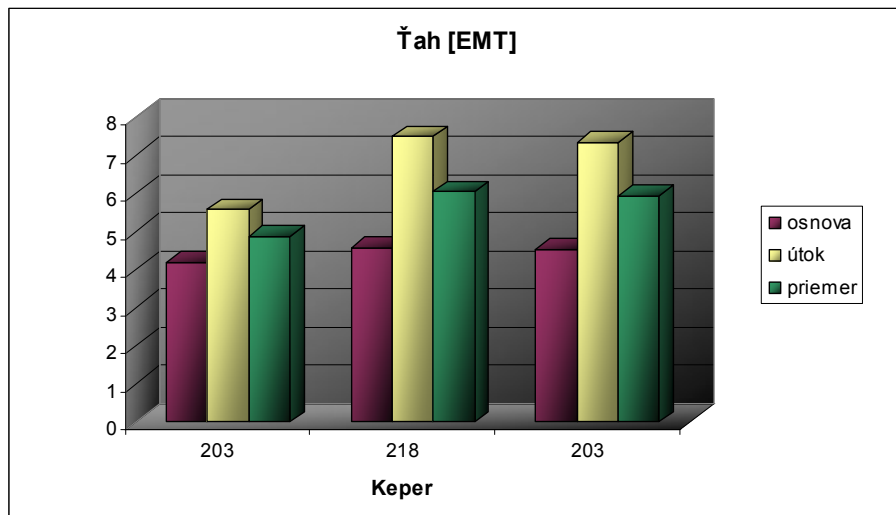


Graf č.12 Ťahová pružnosť [%]

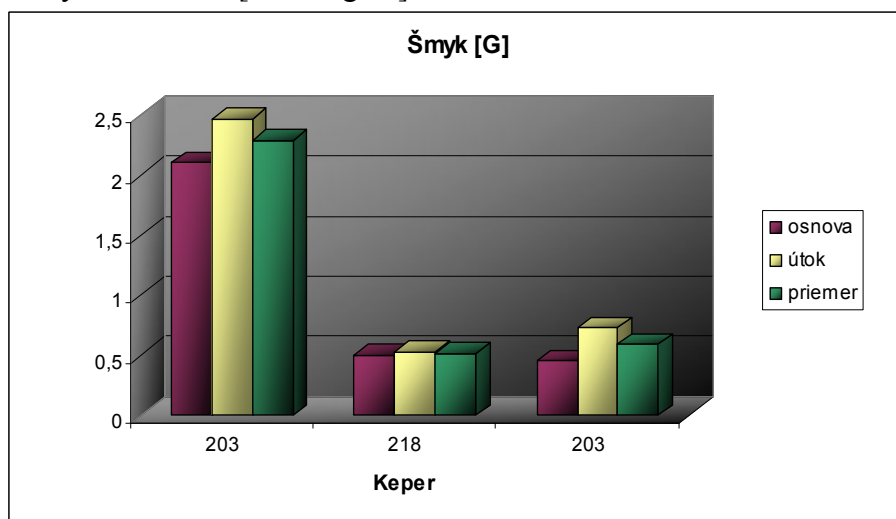




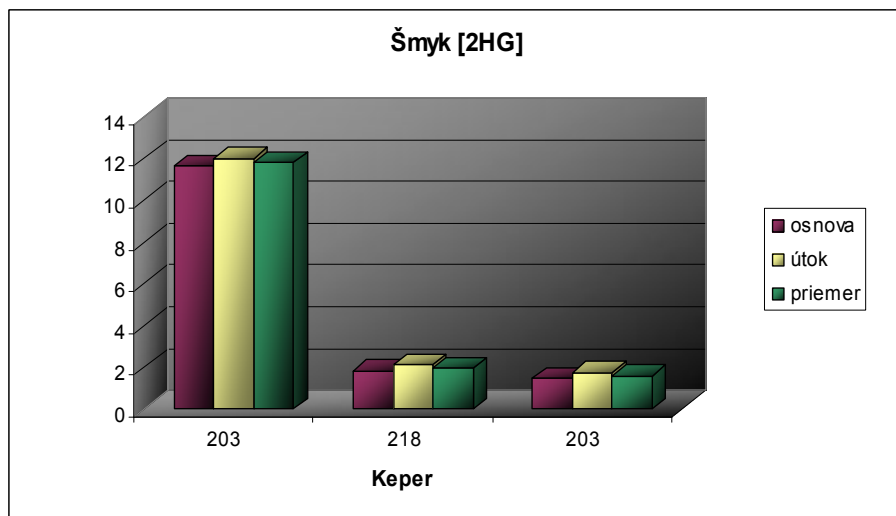
Graf č.13 Ťahová deformácia [%]



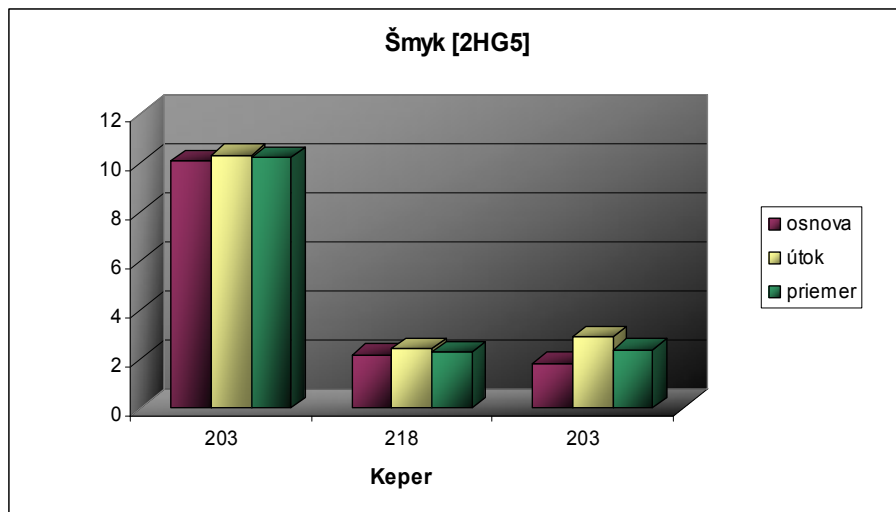
Graf č.14 Šmyková tuhosť [N/m.degree]



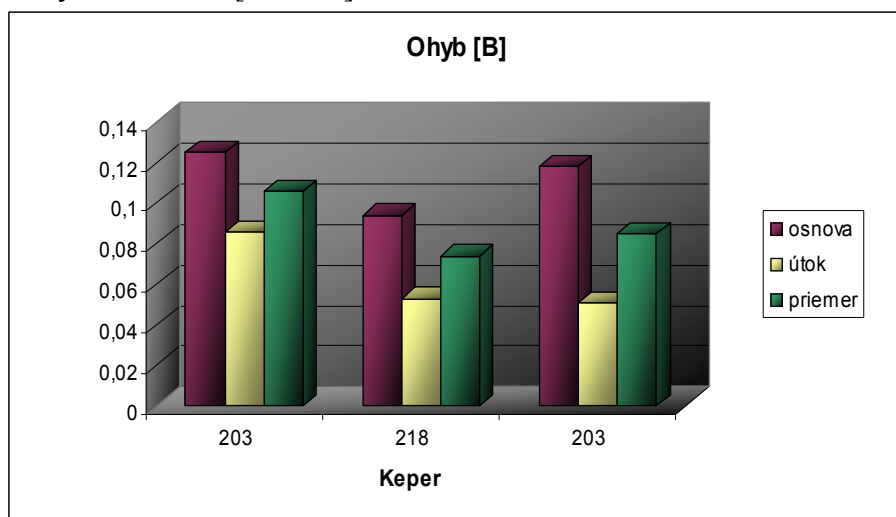
Graf č.15 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]



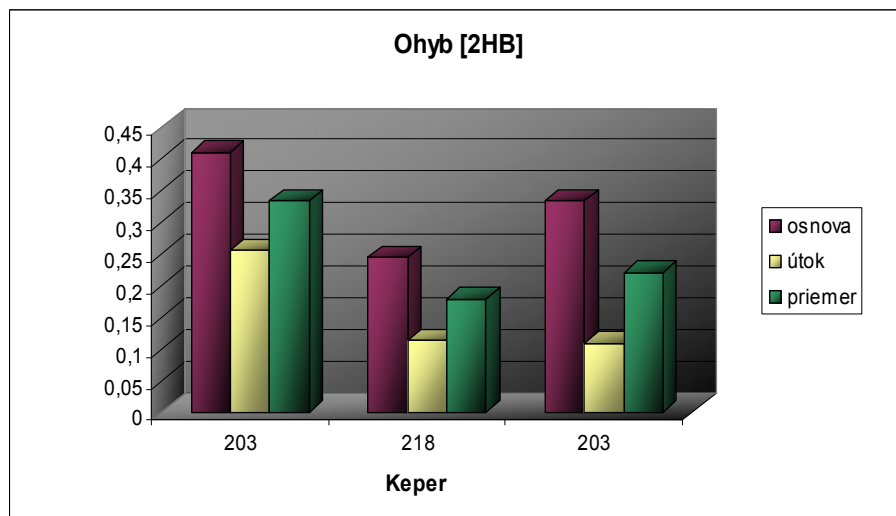
Graf č.16 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]



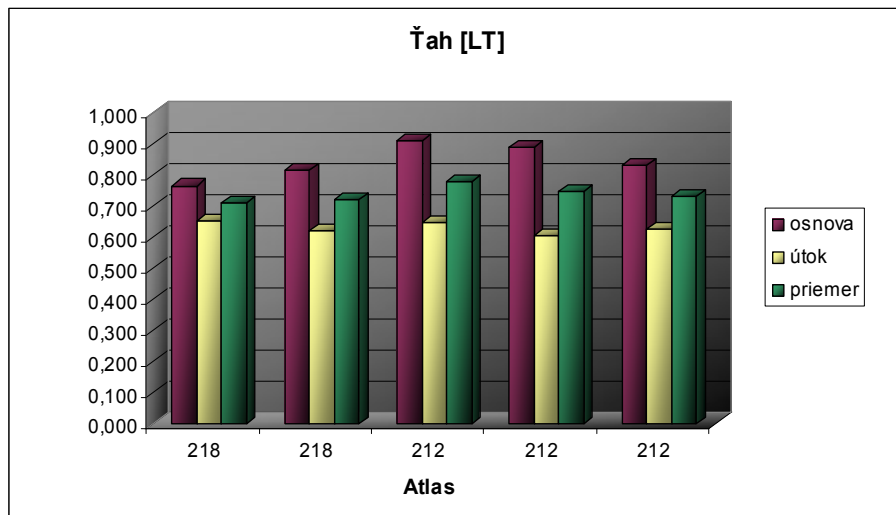
Graf č.17 Ohybová tuhosť [N.m<sup>2</sup>/m]



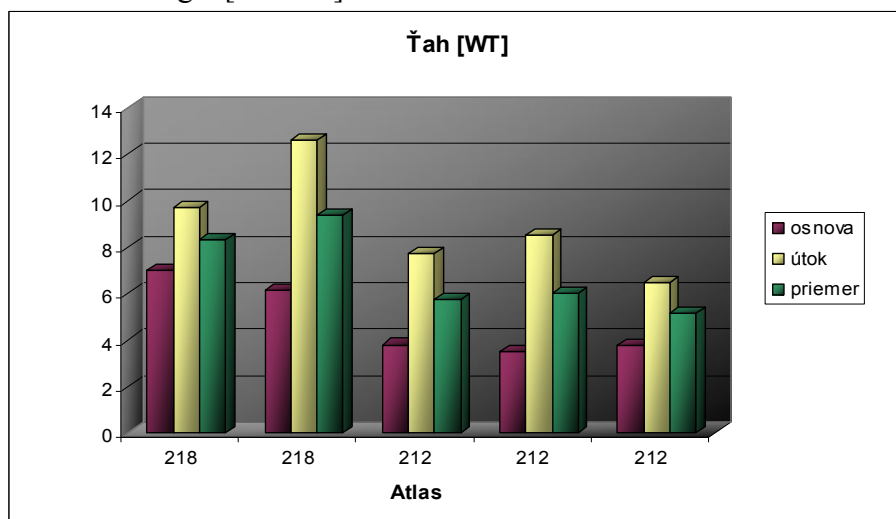
Graf č.18 Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]



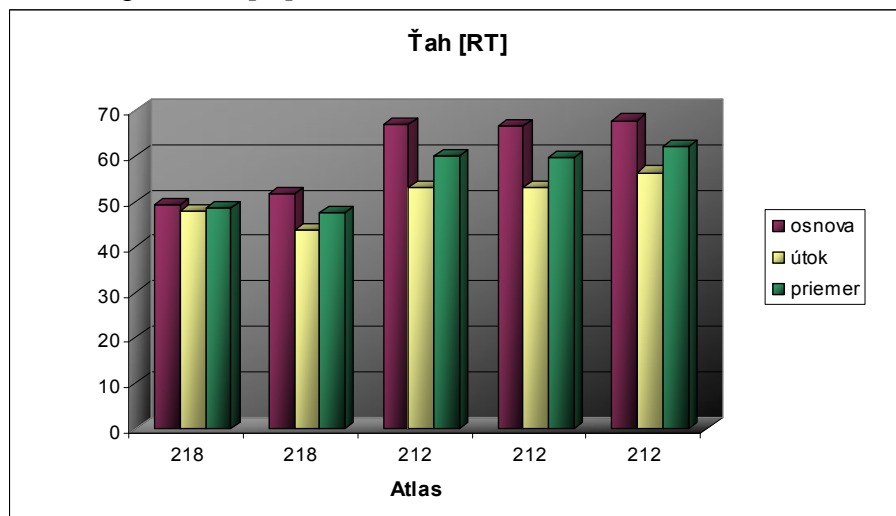
Graf č.19 Ťahová linearita [-] ATLAS



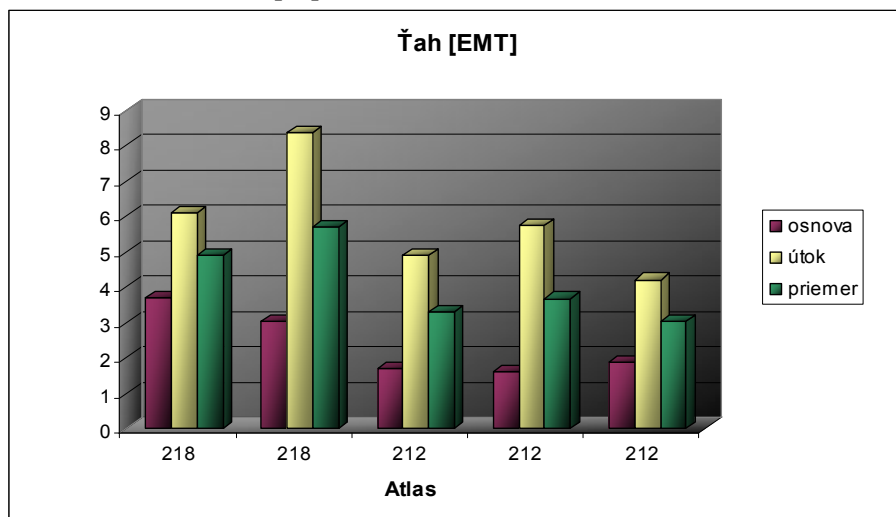
Graf č.20 Ťahová energia [N.m/m<sup>2</sup>]



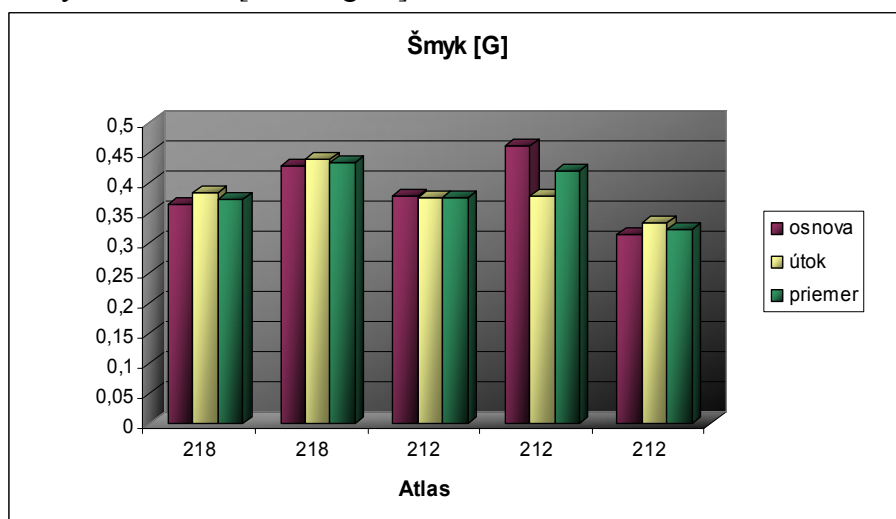
Graf č.21 Ťahová pružnosť [%]



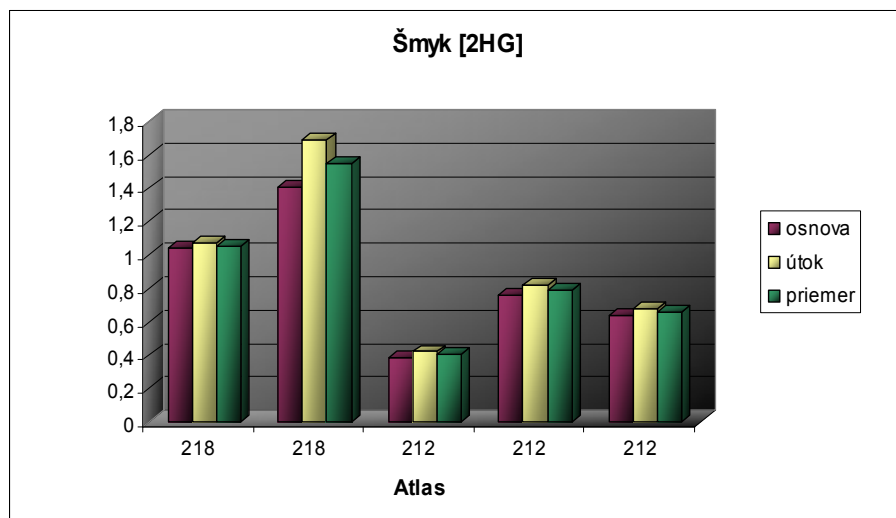
Graf č.22 Ťahová deformácia [%]



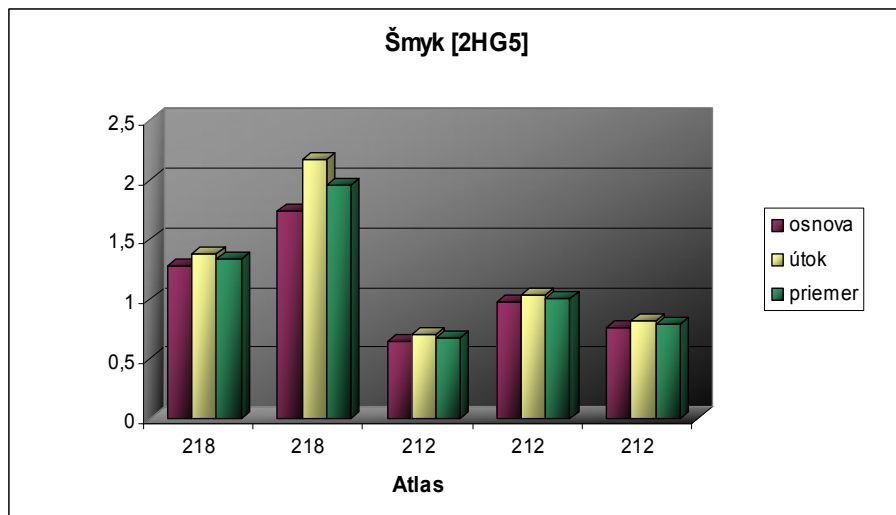
Graf č.23 Šmyková tuhosť [N/m.degree]



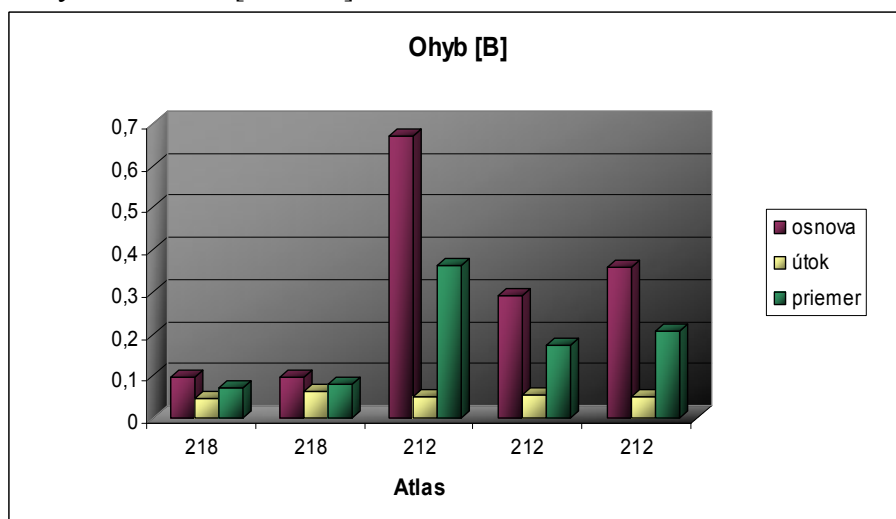
Graf č.24 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 0,5° [N/m]



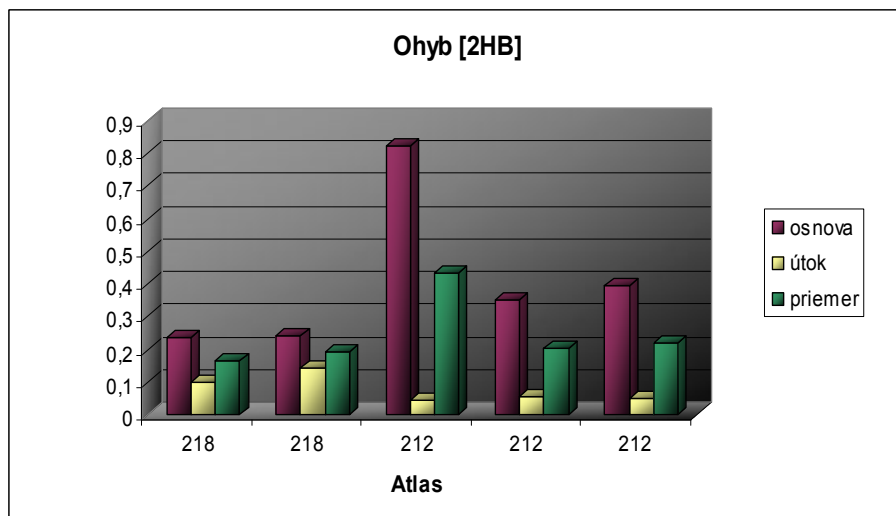
Graf č.25 Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5° [N/m]



Graf č.26 Ohybová tuhosť [N.m<sup>2</sup>/m]



Graf č.27 Hysterézia ohybového momentu [N.m/m]



## **Príloha 4**

## Korelácia

Korelácia je miera závislosti medzi dvoma alebo viacerými premennými. Premenné musia byť prinajmenšom merané na intervalovej škále, ale sú aj iné typy korelačných koeficientov, ktoré pracujú s ďalšími typmi dát.

Najjednoduchším prípadom korelácie je lineárna korelácia, kedy sa zisťuje, či sa nachádza medzi dvoma spojitými premennými lineárny vzťah a miera tohto vzťahu. Použitou štatistikou je korelačný koeficient odrážajúci odchýlenie vzťahu dvoch premenných od priamkového vzťahu.

Parametrickým meraním miery lineárneho vzťahu je Pearsonov korelačný koeficient, pri ktorom platí:

- dosahuje hodnoty od -1 do +1, hodnota -1 reprezentuje najvyššiu negatívnu a +1 najvyššiu pozitívnu koreláciu, hodnota 0 vypovedá o žiadnej korelácii
- v prípade pozitívnej korelácie hodnoty oboch premenných stúpajú
- v prípade negatívnej korelácie hodnota jednej premennej stúpa a druhej klesá
- v prípade neexistujúcej lineárnej závislosti nekorelačný koeficient je 0, čo znamená, že na grafe XY sú náhodne rozložené body bez náznaku lineárneho vzťahu

Vzorec výpočtu pre Pearsonov korelačný koeficient:

$$\rho_{(x,y)} = \frac{Cov(x,y)}{S_x S_y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

kde,  $Cov(x, y)$  ... kovariácia – priemer súčinu odchýliek hodnôt oboch premenných od ich priemeru

$S_x, S_y$  ... príslušné smerodajné odchýlky

## Použitie štatistických vzorcov

V experimentálnej časti boli jednotlivé dáta spracovávané pomocou štatistických vzorcov :

- $\bar{x}$  - aritmetický priemer z dvoch najbližších hodnôt

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

kde,  $n$  ... celkový počet meraní

$x_i$  ... hodnota meraní

- 95% IS pre  $\mu$ :

$$\bar{x} - 4,3 \frac{s}{\sqrt{3}} \leq \mu \leq +4,3 \frac{s}{\sqrt{3}}$$

kde,  $\mu$  ... stredná hodnota

- rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

- smerodajná odchýlka

$$s = \sqrt{s^2}$$